Dr PAUL DE CHAMPTASSIN

LA GYMNASTIQUE SCIENTIFIQUE



COLLECTION MODERNE

Edgar F. Cyriax

LA

GYMNASTIQUE SCIENTIFIQUE



LA GYMNASTIQUE SCIENTIFIQUE

SES BASES PHYSIOLOGIQUES
AU POINT DE VUE ÉDUCATIF ET MILITAIRE

L'ERREUR DE LA MÉTHODE SUÉDOISE

PAR LE

Dr PAUL DE CHAMPTASSIN

Avec préface du Dr E. ROCHARD
Chirurgien de l'Hôpital Saint-Louis,
Secrétaire général de la Société de Chirurgie.

PARIS
OCTAVE DOIN ET FILS, ÉDITEURS
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1911

PRÉFACE

Mon cher ami,

Vous me demandez d'écrire une préface pour votre excellent petit livre, je le fais d'autant plus volontiers que je connais vos premières études, que nous avons travaillé ensemble et que vos idées sont les miennes. Vous défendez en effet une bonne cause, celle de la gymnastique rationnelle et physiologique, la seule, la vraie, celle qui ne se borne pas à faire faire des mouvements de jeunes filles, à faire prendre des attitudes; mais, au contraire, celle qui est basée sur l'effort et qui, en donnant de bons muscles, forme en même temps des hommes de décision et d'audace. Il est temps de passer au crible de la cri-

tique scientifique et de la raison cette gymnastique suédoise qui s'est, comme une tache d'huile, répandue sur notre pays, qui, après avoir envahi l'armée, la marine, les écoles, s'est insinuée jusque dans les cabinets de toilette et qui, prenant la place de la vieille gymnastique française, s'est vantée de rendre les gens forts, quand elle est, de par son essence, incapable de donner à ses adeptes leur véritable valeur musculaire. Ce n'est pas en faisant faire cent fois au bras des mouvements de flexion et d'extension, en le faisant travailler à vide, qu'on augmentera le volume du biceps, mais bien, comme vous l'avez démontré dans votre thèse, en lui faisant faire du travail effectif, c'est-à-dire vaincre une résistance et en graduant l'effort suivant une proportion croissante.

Du reste, à force de prêcher la bonne parole, ce sont des idées qui commencent peu à peu à se faire jour. Déjà il y a un mouvement dans l'armée et dans la marine en faveur du retour à la gymnastique aux agrès, et dans le dernier Congrès international d'hygiène scolaire, la gymnastique suédoise a reçu quelques timides ho-

rions qui porteront, car elle manque de résistance.

Nul mieux que vous qui soutenez ces idées depuis de longues années n'était qualifié pour mettre scientifiquement chaque chose à sa place. Vous avez bien mis en lumière, ce que beaucoup paraissent découvrir tous les jours, que le mouvement actif, la *contraction musculaire volontaire*, était le seul mode conforme à la vérité biologique du développement d'un muscle normal (gymnastique), et nous l'avons démontré ensemble pour le muscle atrophié (thérapeutique). Vous avez de plus soutenu une nouvelle théorie de la contraction musculaire, la théorie osmotique, en opposition avec la vieille conception suédoise, la théorie trophique ou circulatoire.

Voilà, cher ami, ce que je voulais faire connaître à vos lecteurs, qui ne perdront pas leur temps en vous lisant et qui, profitant de vos conseils, en économiseront dans le développement de leurs muscles.

Votre livre, du reste, vient à son heure, au moment où le besoin de la gymnastique méthodique devient une nécessité pour toutes les races sur-

menées par la vie intense. Notre belle France qui fait sortir de son sol des hommes décidés, audacieux, prompts à la riposte, ne peut laisser plus longtemps ses enfants perdre leurs qualités et s'anémier par la gymnastique suédoise : en suivant vos nouvelles méthodes, elle formera des hommes vraiment dignes de la réputation du vieux nom français.

E. ROCHARD.

Paris, août 1910.

LA

GYMNASTIQUE SCIENTIFIQUE

CHAPITRE PREMIER

NÉCESSITÉ D'UNE MÉTHODE DE GYMNASTIQUE SCIENTIFIQUE MÉTHODES ANCIENNES ET MODERNES

Le développement de l'individu a toujours été une des préoccupations principales chez tous les peuples. Les uns, peuples militaires, recherchaient surtout la force et l'endurance ; les autres, peuples artistes, convoitaient la beauté des formes et l'harmonie des structures ; d'autres, plus modernes, se préoccupent surtout de la conservation de la race, par l'hygiène qui accompagne la recherche du développement corporel.

Suivant les époques et les milieux, les procédés

comme les résultats ont été bien variés, à tel point qu'une technique définitive, qu'une base véritablement scientifique, n'ont pas encore été établies. Bien plus, les progrès incontestables dans l'art de guérir, et à côté de cela des fléaux sociaux considérables, ont permis la conservation d'être tarés et diminués; si bien que la moyenne d'une race moderne paraît inférieure à celle d'une race ancienne où une sélection fatale faisait disparaître les déshérités.

Il ne faudrait point croire cependant que les privilégiés de la force et de la beauté furent bien nombreux, même chez les peuples, comme le peuple grec, qui passe à juste titre pour le plus sensible aux attraits de la force et de la beauté. Pour avoir d'ailleurs déifié les athlètes, pour avoir créé les jeux du cirque, pour avoir produit ces admirables statues qui représentent, non pas une individualité, mais qui synthétisent les qualités de plusieurs sujets, idéalisés encore par l'artiste, il faut que la masse ait été bien éloignée de ces qualités que l'on tendrait volontiers à considérer comme banales et habituelles. Il suffit de lire

les allusions des auteurs comiques de l'époque pour s'assurer que l'Athénien ou le Romain cagneux, bancal, bossu et bedonnant était un type assez courant.

Il est historiquement vrai que Périclès était très laid; Agésilas, chétif et boiteux; Socrate, qui se comparait à un pot représentant un nain difforme, mais rempli d'onguent précieux, avait un facies plat et trivial; Marius, le vainqueur des Cimbres, était ventru, encore moins d'ailleurs que le glouton Vitellius. Telles étaient encore les nombreuses lignées de bossus (Tubers), de pieds plats (Plautus), de chauves (Calvus)...

C'est pourquoi, chez tous les peuples, depuis l'antiquité la plus reculée, la gymnastique a toujours fait l'objet d'applications et de pratiques empiriques, se modifiant sans cesse sous des influences de toute nature, mais ayant toujours pour but de remédier à l'insuffisance de la race, d'améliorer l'individu et de lui faire donner son rendement maximum, comme homme et comme soldat. Depuis la période primitive, en passant par les périodes chinoise, hindoue, grecque, ro-

maine et de la Renaissance, qui toutes virent des pratiques spéciales et sans cesse renouvelées, la période actuelle a connu la gymnastique allemande avec Jahn, la gymnastique française avec Amoros, enfin la gymnastique suédoise avec Ling.

Dans ces systèmes si divers tout n'était évidemment pas à rejeter et leur caractère empirique n'en excluait pas nécessairement certains bons résultats. Aussi chaque gymnastique, pour ne parler que de l'époque actuelle, pouvait revendiquer, à juste titre, des résultats propres à démontrer la valeur incontestable de ses principes.

Malgré cela, les méthodes française et allemande ont été peu à peu rejetées, et la méthode suédoise, reconnue par certains spécialistes la seule « rationnelle et scientifique », s'est peu à peu répandue et a progressivement conquis l'opinion générale, à la faveur de ces affirmations peut-être un peu hâtives et auxquelles un enthousiasme sincère, mais précoce, n'avait pas laissé le temps de la maturité scientifique. Adoptée dans plusieurs grands pays d'Europe, cette méthode suédoise n'avait pas rencontré en France, pays du

bon sens, un grand crédit, et n'avait pu jusqu'en 1902 s'y implanter d'une manière sérieuse. Cette méthode académique, médicale, esthétique... et suédoise, trouvait dans le tempérament national une grande résistance, et les sociétés de gymnastique, en particulier, refusaient d'entrer dans la voie « scientifique et rationnelle ». Mais peu à peu, sous l'impulsion des adeptes de la méthode et « tout en reconnaissant que, malgré ses imperfections, la gymnastique actuellement réglementaire avait rendu à l'armée de réels services, il parut nécessaire de la remplacer par une gymnastique plus appropriée au but de l'éducation physique du soldat et basée sur les lois du développement corporel de l'homme ».

La doctrine de Ling, véritablement « scientifique et rationnelle », s'imposait par conséquent, et c'est du moule suédois que sortit la partie nouvelle du « Règlement sur l'instruction de la gymnastique de 1902 ».

Établi avec soin, sur des principes que personne ne songeait à discuter et qui paraissaient être le dernier mot de la science en matière de

physiologie musculaire et d'application spéciale, il semblait bien que ce règlement de 1902 devait préluder à une ère nouvelle, et que de son application intégrale sortirait une génération plus vigoureuse, plus résistante, et que les temps étaient venus où la saine doctrine qui devait tant améliorer l'armée pouvait être étendue à toute la nation pour le plus grand bien de la race. Mais, après huit années d'expérience, il paraît évident, pour qui sait voir et qui veut entendre, que la nouvelle méthode « scientifique et rationnelle » n'a pas tenu ses engagements. Du milieu militaire s'élèvent, discrètes mais précises, des accusations d'impuissance de la part de la méthode en face de ce qu'on en attendait.

Si l'on excepte quelques officiers convaincus, comme tous les spécialistes qui s'assujettissent à prêcher la nouvelle parole, la majorité des officiers se désintéresse complètement de cette méthode qui ne donne rien ; les gradés n'y croient pas et ne se sentent pas aptes à l'enseigner ; quant aux hommes, elle les ennuie et ils ne la comprennent pas du tout. Souvent même, à cause de l'incerti-

tude des résultats et des difficultés d'application, on en arrive à ne plus faire aucune gymnastique, ni suédoise, ni française : ceci a tué cela.

Et de divers côtés, les adversaires de la méthode suédoise apparaissent, une opposition, d'abord mûe par le sentiment, puis appuyée sur une doctrine de plus en plus précise, se forme contre cette méthode étrangère qui nous a égaré un instant, et devant ce qu'il est permis maintenant d'appeler « la faillite de la Suédoise », l'esprit national se ressaisit et cherche à nouveau la vérité.

Les principales objections contre la méthode suédoise portent, soit sur la méthode elle-même, soit sur son application.

Pour les uns, la méthode serait bonne pour les pays froids, mais elle ne saurait convenir à un pays tempéré ou chaud ; adaptée au tempérament calme des gens du Nord, elle ne pourrait convenir au caractère français tout d'activité et d'entrain.

Pour les autres, la méthode n'aurait pas d'unité, et différerait complètement suivant qu'elle doit être enseignée à un adulte ou à un enfant.

Pour d'autres, la méthode ne serait pas amusante et le sujet n'y trouverait aucun intérêt. Pour d'autres enfin, la méthode, étant individuelle, ne pourrait être employée que par un seul élève et il faudrait dans l'application autant d'instructeurs que d'élèves, etc...

Toutes ces raisons peuvent avoir leur valeur, mais le débat est plus haut.

Il est certain que « la Suédoise a fait faillite », mais la raison en est que, au même titre que les autres, la méthode suédoise est une *méthode empirique*, audacieusement campée sur des prétentions scientifiques erronées et qui se trouvent en opposition formelle avec la physiologie et la mécanique musculaires.

C'est ce que nous allons exposer dans les pages suivantes. Après avoir montré l'erreur de la méthode suédoise, et exposé les lois de la physiologie musculaire normale, nous pensons en déduire les principes d'une méthode vraiment scientifique, applicable à tous, réellement utile et efficace, dans la mesure des lois qui président à l'évolution somatique.

CHAPITRE II

LOIS DU DÉVELOPPEMENT SOMATIQUE
SYSTÈME OSSEUX ET SYSTÈME MUSCULAIRE

Avant de rechercher *a priori*, comme l'ont fait d'abord tous les systèmes de gymnastique, par quels procédés il est possible de développer l'organisme, il paraît plus scientifique de rechercher quelle est l'évolution normale des organes et des tissus, si cette évolution peut être influencée, et ensuite seulement dans quelles limites et par quels procédés.

C'est naturellement le squelette et le système musculaire, charpente et étoffe du corps, qu'il faut étudier dans leur croissance et dans leur évolution normale.

Il sera permis de rechercher ensuite les procédés susceptibles d'augmenter le développement corporel, si cela est possible, ou tout au moins susceptibles de faire atteindre à l'organisme son maximum de développement.

C'est dire que les principes qui doivent présider à ces recherches doivent s'inspirer d'abord de l'anthropologie et de la somatique, puis de la physiologie. L'anatomie et la mécanique biologique qui président au choix et à l'ordonnance des pratiques appropriées et des mouvements, sont vassales et ne doivent intervenir qu'en dernier lieu.

L'étude statique et cinématique des races, qui caractérise l'anthropologie, permet de constater que certaines influences locales déterminent la morphologie des êtres (influence du sexe, de la nutrition, du sous-sol, des saisons, de la race).

Mais l'étude du développement somatique fait voir que la race est le principal facteur, et si l'étude analytique de la croissance montre certaines inégalités dans la période évolutive des individus de la même race, la somatique, avec

l'aide des conceptions philosophiques, permet d'affirmer que l'évolution de l'organisme est basée sur l'hérédité et qu'en définitive c'est l'hérédité qui détermine la morphologie et la somatique de l'être. En dehors de l'influence suprême de la race, les autres facteurs ne peuvent être considérés que comme négatifs, c'est-à-dire que leur suppression peut empêcher le développement normal, mais que leur action ne saurait faire sortir un organisme de ses limites évolutives et spécifiques.

L'étude de la croissance dans ses diverses étapes montre bien que le squelette s'accroît suivant un déterminisme morphologique, en vue d'une harmonie spécifique et individuelle. En dehors des actions physiques, mécaniques et trophiques, destinées à solliciter le développement du corps dans les conditions les plus favorables, il paraît inutile de rechercher des procédés de culture physique qui voudraient faire dévier le squelette de son type évolutif.

Quand nous disons que le squelette ne peut être, dans les conditions normales, dévié de son

type évolutif dans aucune de ses dimensions, il s'agit, bien entendu, du sujet qui atteint de lui-même son développement normal, car de même que des influences pathologiques qui soustraient l'organisme aux conditions habituelles de la vie (une longue maladie, par exemple), peuvent faire dévier le type squelettique, de même aussi il est possible, par des procédés de thérapeutique phsyique, de ramener au type normal un squelette arrêté dans son évolution par des circonstances particulières. Ces considérations s'appliquent aux segments des membres et tout particulièrement aussi aux segments de la colonne vertébrale.

Mais en ce qui concerne la cage thoracique, il faut considérer un autre point de vue.

Le thorax est une cavité dilatable destinée à protéger les viscères qui y sont contenus et en particulier à procéder au bon fonctionnement des poumons qui en suivent exactement toutes les variations de volume. C'est en effet grâce aux dilatations et aux contractions successives de cette cavité, qu'il s'établit par la trachée, par

suite des différences de pression ainsi produites entre l'air intérieur et l'air extérieur, un courant d'air alternatif d'entrée et de sortie; c'est l'inspiration et l'expiration.

La cavité thoracique a la forme d'un demi-ellipsoïde régulier dont les diamètres éprouvent dans leur longueur, pendant la respiration, des variations plus ou moins marquées. De ces diamètres, trois sont à considérer, perpendiculaires l'un à l'autre, qui forment les trois axes de ce demi-ellipsoïde : le diamètre vertical, le diamètre antéro-postérieur et le diamètre transversal. Ces diamètres, à l'état de repos, c'est-à-dire après une expiration calme, ont certaines dimensions qui correspondent à l'état d'équilibre du thorax. Ils ne peuvent en sortir que par la contraction des muscles qui viennent s'insérer sur les leviers osseux qui limitent la cavité thoracique. Si les muscles qui entrent en jeu font croître ces dimensions, allongent ces diamètres, c'est l'inspiration qui se produit, et ces muscles alors en contraction sont inspirateurs.

Quand leur action cesse, le thorax revient à sa

position d'équilibre, les diamètres se raccourcissent et l'expiration se produit. Dans ce cas, qui est celui de la respiration calme, l'inspiration est un acte musculaire *actif*, l'expiration est un acte mécanique *passif*. L'intervention des muscles expirateurs ne se produit que dans l'expiration forcée. L'augmentation de la cavité pulmonaire correspond donc à l'augmentation des diamètres. C'est pourquoi il est facile de voir qu'en ce qui concerne la cage thoracique, c'est-à-dire la capacité respiratoire, certains exercices peuvent avoir une grande action, car il arrive très fréquemment que la capacité respiratoire soit en dessous de la normale. Mais le développement du squelette ne peut être incriminé. La cause en est à l'insuffisance des muscles inspirateurs, à la fixité relative des pièces constitutives du thorax, à l'abaissement des côtes, qui aboutissent à une diminution des trois diamètres en inspiration et expiration.

La ventilation pulmonaire étant comprise entre les limites extrêmes des modifications du thorax, on conçoit que les modifications dans le

jeu thoracique peuvent être indépendantes de tout accroissement squelettique. Le problème de la respiration est donc surtout *musculaire*, et le développement du thorax par l'amplitude du jeu de ses segments, et non par leur accroissement squelettique anormal, constitue la gymnastique respiratoire, qui n'est au total que l'utilisation meilleure et le développement normal ou hypertrophique des muscles inspirateurs.

Nous avons insisté sur le mécanisme de la respiration parce que la méthode suédoise comporte beaucoup d'exercices respiratoires et pour certains même elle ne serait que cela. Nous y reviendrons plus loin.

Développement du système musculaire.

En ce qui concerne le système musculaire, la notion spécifique est facile à déduire par l'observation clinique. La grande diversité des régimes musculaires, la limite individuelle évidente, l'étude expérimentale chez les sujets qui prati-

quent l'athlétisme, constituent des preuves macroscopiques déjà très concluantes.

Mais l'histologie embryologique et pathologique fournit des preuves absolues qui démontrent la spécificité musculaire individuelle.

Interprétant faussement la phrase de Guérin, « la fonction crée l'organe »; il paraît évident et naturel à beaucoup que le muscle soit facile à créer par le mouvement, et qu'il soit loisible à tout sujet qui le désire et y apporte la volonté et la persévérance suffisantes, d'acquérir un régime musculaire à son gré.

Un correctif des plus importants est ici nécessaire. Il est en effet légitime d'espérer augmenter un muscle par l'exercice, mais c'est une augmentation contenue dans des limites très strictes et personnelles au sujet : c'est-à-dire en fonction de la quantité de fibres musculaires originelles qui constituent ce que l'on appelle son « coefficient musculaire ».

L'histologie normale et pathologique démontre qu'il n'y a jamais dans un muscle création de fibres nouvelles.

On sait, en effet, que l'indice d'une valeur constante, nécessaire pour étudier le temps pendant lequel durent les processus de multiplication cellulaire et leur intensité, est dû à Flemming et à ses prédécesseurs. Ils ont démontré que certaines formes caractéristiques, prises par le noyau, indiquent avec certitude que la cellule à laquelle il appartient est en voie de multiplication par scission, et plus précisément par la forme de scission qui est la plus répandue chez les vertébrés supérieurs, la seule peut-être chez eux qui conduise à une multiplication progressive d'éléments et qui constitue la scission indirecte ou karyokinèse.

Grâce à cet indice, on a pu reconnaître l'intensité du développement et la durée de multiplication des éléments d'un tissu, et de nombreux travaux ont appris que, si certains tissus continuent à s'accroître et en cas de destruction à se régénérer d'une manière indéfinie, d'autres, au contraire, ont leur développement arrêté à des périodes rigoureusement fixes et ne peuvent se régénérer. Suivant les espèces animales, suivant

les tissus, les processus d'accroissement et de régénération sont variables dans le temps. Cette durée diminue avec la hiérarchie et c'est ainsi que, chez les mammifères supérieurs, les éléments les plus nobles, le tissu musculaire en particulier, ont une limite précise à leur accroissement (1).

« Chez les mammifères supérieurs, dès les premiers instants de la vie des muscles, à une période très précoce de la vie embryonnaire, avant même que les éléments aient pris le caractère spécifique, c'est-à-dire à partir du moment où les cellules formatrices commencent à fournir et à sécréter la substance contractile, tout processus de mitose et par conséquent de multiplication cesse dans les noyaux. La production de nouvelles fibres musculaires cesse très vite déjà durant la vie intra-utérine, et passé cette période des mitoses, le nombre des fibres musculaires striées ne peut pas augmenter : le tissu musculaire strié est un tissu à *éléments perpétuels* et son accroissement ultérieur ne peut être dû qu'au grossissement des

(1) Professeur Bizzozero, Congrès de Rome, 1900.

fibres primitivement formées. Le muscle détruit ne se reforme pas, et l'aptitude à se régénérer est simplement en rapport avec les pertes d'éléments que les tissus éprouvent en fonctionnant : la néoproduction compense la consommation, et ainsi la partie conserve l'équilibre de son bilan ».

L'histologie nous montre donc que les éléments musculaires susceptibles d'un développement ultérieur sont formés *in principio* et que c'est de ce moment, suivant la quantité variable de tissu musculaire embryonnaire, que date à l'état de force radicale la valeur musculaire du sujet. Il n'y a donc pas lieu d'espérer, par un procédé quelconque, une augmentation de volume et de force musculaire par une création de fibres nouvelles : l'individu peut simplement obtenir un développement proportionnel au nombre de fibres qu'il possède, et c'est au développement maximum de ces fibres que doit tendre la gymnastique rationnelle.

L'histologie pathologique vient encore confirmer les vues embryologiques et histologiques normales.

On sait que les muscles de la vie organique

sont susceptibles, eux aussi, de s'hypertrophier sous des influences sur lesquelles nous aurons à revenir.

Pour le cœur, cette hypertrophie est particulièrement fréquente, mais le muscle cardiaque, comme les autres muscles, rentre bien dans la loi générale qui fait du tissu musculaire un tissu à éléments perpétuels et qui ne peut se développer par néoformation. L'hypertrophie cardiaque est due uniquement à l'augmentation du diamètre des faisceaux primitifs et de nombreuses recherches ont montré qu'il n'y a jamais de néoformation.

L'évolution du système musculaire est donc réglée dès l'origine et, chez le sujet dont le développement somatique se fait régulièrement, le système musculaire doit arriver de lui-même à son épanouissement normal. Mais, au contraire, chez le sujet qui évolue mal, l'exercice méthodique, par le fonctionnement et la meilleure adaptation des mutations nutritives et des échanges osmotiques, sollicite l'*idée directrice*, cette force mystérieuse qui représente l'hérédité, dans le sens du développement intégral.

En dehors du développement normal, un muscle peut à tout moment de son évolution acquérir des qualités particulières qui constituent l'*état hypertrophique*. Cet état hypertrophique est caractérisé par une augmentation de toutes les qualités physiologiques et physiques du muscle et particulièrement le volume et la force. Aussi doit-on le considérer non comme un état de développement supplémentaire, utile à acquérir et à conserver, mais comme un *facteur d'utilisation*, qu'il faut rechercher selon les nécessités.

Ce facteur d'utilisation est particulièrement nécessaire à la période militaire.

Le soldat, en effet, doit être apte à surmonter toutes les difficultés qui se rencontrent en campagne. Sauter un fossé, franchir un mur, s'élever et se rétablir sur les poignets, soulever un camarade du haut d'un mur où l'élever sur le mur, etc..., tous exercices qui demandent le concours parfois exclusif des membres supérieurs et pour vaincre une résistance qui est au moins le poids du corps augmenté du chargement.

L'état hypertrophique du muscle chez le sol-

dat est donc une nécessité. C'est un facteur d'utilisation indispensable, et il faut entretenir cet état par des pratiques qui devront se poursuivre pendant toute la période où le soldat est mobilisable.

Nous démontrerons plus loin que la *même doctrine* et les *mêmes procédés*, sous réserve du dosage approprié, permettent d'obtenir chez les malingres le développement musculaire normal, ou l'état hypertrophique chez les sujets normaux.

Nous avons montré que le muscle étant fixe dès l'origine, le développement musculaire ne pouvait franchir ses limites évolutives. Il est utile de remarquer cependant que, d'une manière générale, le volume musculaire, conformément aux lois d'harmonie spécifique et individuelle dont nous avons déjà parlé, est proportionnel à la longueur des leviers et que la puissance musculaire est adaptée aux nécessités mécaniques.

Ces conclusions nous permettent de nous arrêter sur ce point que nous avons volontairement laissé de côté à propos du développement du squelette. Nous voulons parler de l'accroisse-

ment de la taille en dehors des limites spécifiques. C'est en effet un des avantages que les promoteurs de la méthode suédoise paraissent apprécier dans ses résultats, puisque, d'après eux, la race suédoise aurait augmenté en cinquante-quatre ans de 0 m. 031, passant ainsi de 1 m. 670 en 1841 à 1 m. 701 en 1895.

Ces chiffres ont été contestés, bien que d'autres causes puissent d'ailleurs les expliquer.

Néanmoins, la connaissance et l'interprétation des lois biologiques ne paraît pas favorable à la recherche de l'accroissement individuel de la taille.

C'est que le système musculaire, fixé dès l'origine, ne saurait suivre le squelette dans son développement anormal, et il en résulterait un défaut d'harmonie entre la longueur des leviers, le volume des muscles et la longueur des bras de levier d'insertion des tendons. Le résultat en serait une diminution de la force, puisque pour un bras de levier plus long, le muscle serait le même, et par conséquent le travail pour l'exécution du même acte mécanique serait plus onéreux.

Mais alors même, ce qui ne peut être, qu'il pourrait se produire un accroissement simultané du squelette et de la force musculaire, cette augmentation en bloc ne serait pas davantage favorable.

Au point de vue économique, les sujets de grande taille ne sont pas avantagés. Toutes choses égales d'ailleurs, ils produisent par rapport aux sujets petits le même travail mécanique d'une manière *plus onéreuse.* A dépense physiologique plus onéreuse correspond une ration d'entretien plus forte : le sujet de haute taille, *à travail mécanique égal*, *coûte plus cher que le petit.*

CHAPITRE III

EXPOSÉ DE LA MÉTHODE SUÉDOISE
THÉORIE DU DÉVELOPPEMENT MUSCULAIRE

Pour un grand nombre d'esprits, la méthode suédoise est une sélection de mouvements, d'attitudes, de manipulations, ayant par eux-mêmes une sorte de vertu secrète, et constituant dans leur ensemble un « Système » dont nul ne saurait s'écarter.

De la pratique aveugle et quasi-rituelle de ce « système » se dégagent des émanations bienfaisantes, sources de vie et de santé, capables de produire dans le domaine du développement somatique ou des actions thérapeutiques, les résultats les plus remarquables; à tel point que

le qualificatif de « *Suédois* » accolé à un procédé quelconque, le transforme comme par magie et lui confère aussitôt, et au plus haut degré, la valeur, la confiance et le respect. Ainsi les mots de massage, mécanothérapie, gymnastique, dès qu'ils sont qualifiés de « suédois » deviennent aussitôt choses sacrées et fatalement efficaces.

Si la méthode suédoise n'était, à vrai dire, que cela, elle affirmerait ainsi uniquement son droit à l'empirisme, et, parmi les autres systèmes également empiriques, il n'y aurait qu'à lui laisser parcourir le cycle de sa période de faveur populaire... tant qu'elle guérit.

Mais la méthode suédoise est autre chose, elle vise plus haut, elle se dit scientifique et proprement fondée sur des lois mécaniques et physiologiques. Elle se proclame la première et l'unique manifestation du mouvement scientifiquement réglé, et c'est pourquoi elle veut absorber toutes les autres méthodes et s'imposer scientifiquement à tous les peuples. C'est à ce titre qu'il convient de la discuter.

On désigne sous le nom de « *Méthode suédoise* » l'ensemble des manœuvres et mouvements tendant tous vers un exercice rationnel et physiologique, qui ont été codifiés par le suédois Ling pour la partie éducative (gymnastique pédagogique : libre et manuelle), et par le suédois Zander pour la partie médicale (gymnastique mécanique ou mécanothérapie). Depuis bientôt un siècle, cette méthode a progressivement envahi tous les pays et servi de base aux règlements et aux méthodes qui ont pour but le développement somatique des individus, l'amélioration des races et la thérapeutique par le mouvement, appliquée surtout à l'orthopédie, aux traumatismes et à leurs suites.

Grâce à l'active propagande de ses adeptes, la méthode suédoise bien unifiée, basée sur des lois mécaniques et physiologiques, et présentant toute l'apparence d'une méthode véritablement rationnelle et scientifique, a été acceptée d'enthousiasme et sans contrôle sérieux. Nous faisons appel de cette adoption pure et simple, et nous avons pour but, dans les pages suivantes, après avoir exposé les bases de la méthode suédoise, de

les discuter, d'en montrer le caractère erroné, et de replacer au rang des systèmes empiriques cette méthode dont les principes fondamentaux ne peuvent résister à la critique scientifique.

La méthode suédoise, pédagogique et médicale, est composée d'une série de mouvements, que l'on retrouve d'ailleurs dans beaucoup d'autres systèmes gymnastiques plus anciens, et qui ne sont en définitive, sous une diversité très étendue, que les manières normales du fonctionnement des membres : flexion, extension, adduction, abduction, rotation, circumduction.

Mais ces mouvements, simples ou complexes, sont ordonnancés en vertu de lois mécaniques et physiologiques déterminées, qui concernent :

1° La théorie physiologique du développement musculaire;

2° Le mode de contraction du muscle contre une résistance : *a*) pendant un mouvement; *b*) dans la série des mouvements;

3° La forme de la contraction;

4° Le mode d'exécution des mouvements.

1° Théorie physiologique du développement musculaire.

La base physiologique de la méthode suédoise réside dans la théorie trophique du développement musculaire.

Cette théorie simpliste proportionne le développement d'un muscle (pédagogie) ou son retour fonctionnel (thérapeutique) à l'augmentation de la circulation locale dans le muscle. C'est, appliqué au mouvement, le même principe que celui sur lequel reposent les actions trophiques du massage, de l'hydrothérapie, de l'électricité, des révulsifs, etc.

Le mouvement « trophique » est donc un mouvement fréquent, et la *multiplicité* des mouvements a beaucoup plus d'intérêt et d'efficacité que la *qualité* de l'effort. C'est pourquoi, surtout en gymnastique éducative, la plupart des mouvements sont des mouvements libres, c'est-à-dire dans lesquels le poids du membre seul représente la résistance que le muscle doit vaincre par sa

contraction. Ce sont des mouvements *à vide.*

Parfois cependant, et cela surtout pour la gymnastique médicale et orthopédique, la notion de résistance à l'effort intervient (méthode de l'opposant ou mouvement contrarié.) C'est alors une résistance quelconque, de préférence *légère*, mais toujours sans aucune relation de cause à effet entre le travail du muscle et la résistance qu'on lui donne à vaincre.

Le mode de contraction, pendant le mouvement, est réglé par deux autres principes fondamentaux de la méthode suédoise : *la loi de Schwann* et *la loi du levier.*

2° Mode de contraction du muscle contre une résistance.

a) Pendant la durée du mouvement.

Loi de Schwann. — La loi de Schwann dit que « la force du muscle diminue à mesure qu'il se contracte et que le muscle ne possède son maximum d'action que lorsqu'il se trouve dans son état d'allongement le plus grand ».

Cette loi est basée sur l'expérience suivante (1). « On libère le muscle gastrocnémien d'une grenouille de son extrémité inférieure pour y attacher un poids qui le tend et lui donne un allongement déterminé; puis, au moyen d'une excitation électrique, on fait contracter le muscle; celui-ci entraîne le poids à sa suite, lui faisant subir un certain déplacement. Si maintenant on étire le muscle de façon à augmenter son allongement initial, on constate qu'avec une excitation de même valeur que la précédente, le muscle est capable de tirer un poids beaucoup plus fort que précédemment. Dans nos mouvements, les choses se passent exactement de la même façon. Lorsque nous fléchissons notre coude, par exemple, la contraction de notre biceps se fait avec plus ou moins de force, selon l'état d'allongement dans lequel il se trouve, et, d'après la loi de Schwann, c'est lorsque l'avant-bras quitte à peine le prolongement du bras, tout au début de l'effort, que le muscle devrait fournir son maximum d'action. »

(1) Bibliothèque de Thérapeutique Gilbert et Carnot, *Physiothérapie*, p. 284.

Loi du levier. — La loi du levier dit que « la force qui s'exerce sur un levier possède son maximum d'action, lorsque l'angle formé par sa propre direction avec celle du levier est un angle droit ».

« Les muscles, écrit Zander (1), agissent principalement sur des leviers (les os), Or, la force appliquée à un levier exerce une action sensiblement différente suivant que le levier décrit un angle droit avec la ligne de direction de la force, cas dans lequel la force agit au plus fort, ou qu'il forme avec la ligne de direction de la force un angle aigu ou un angle obtus, cas dans lequel la force agit d'autant plus que l'angle est moins aigu ou moins obtus, c'est-à-dire qu'il se rapproche de l'angle droit. La résistance dans un exercice gymnastique devra donc forcément se baser sur ces règles. (Sans cela, le muscle aurait trop peu de travail à effectuer quand il agit le plus fortement, et beaucoup trop quand il agit le plus faiblement.) « Un schéma (fig. 1) va tra-

(1) Zander, *in* docteur Levertin, *la Gymnastique médico-mécanique*.

duire cette loi plus fidèlement que toute autre explication. »

Supposons que la force étant perpendiculaire

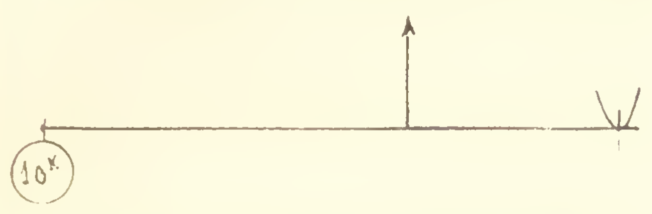


FIG. 1. — *Position des bras de levier faisant agir le muscle.* Le muscle est perpendiculaire au bras de levier.

au levier, celui-ci soit capable de soulever un poids maximum = à 10 (fig. 1). Quand la force s'exerce obliquement, le poids n'égale plus que 7, quand elle est plus oblique encore, le poids ne dépasse pas 5 (fig. 2).

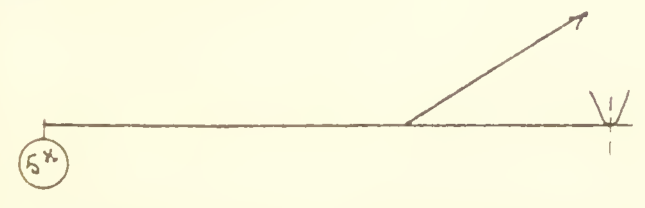


FIG. 2. — *Position des bras de levier faisant agir le muscle.* Le muscle est oblique par rapport au bras de levier.

Enfin, quand l'angle est presque fermé, le poids n'égale plus que 2.

Nous pouvons schématiser de la même façon les variations d'énergie de notre biceps, en figurant, au lieu d'un levier quelconque, le levier osseux que forme l'avant-bras tiré par son fléchisseur (fig. 3).

Cela revient à dire que, pour contrarier le mouvement, on doit augmenter la résistance à mesure

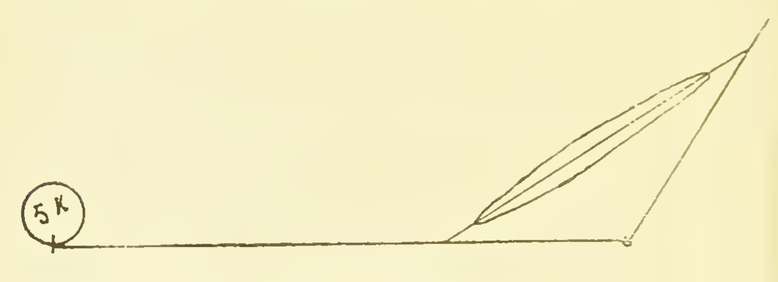


FIG. 3. — *Position du biceps relativement à son bras de levier.*

que l'avant-bras accentue sa flexion sur le bras.

Par conséquent, pour contrarier le mouvement (méthode manuelle : gymnastique de l'opposant), le gymnaste, l'opposant, doit faire varier la résistance à mesure que le mouvement s'accomplit, et la régler de telle sorte qu'elle soit conforme à la loi du levier.

« Dans la gymnastique mécanique, la résistance est fixée à un levier et ce levier marche

parallèlement avec les leviers naturels (le bras, la jambe, etc.). »

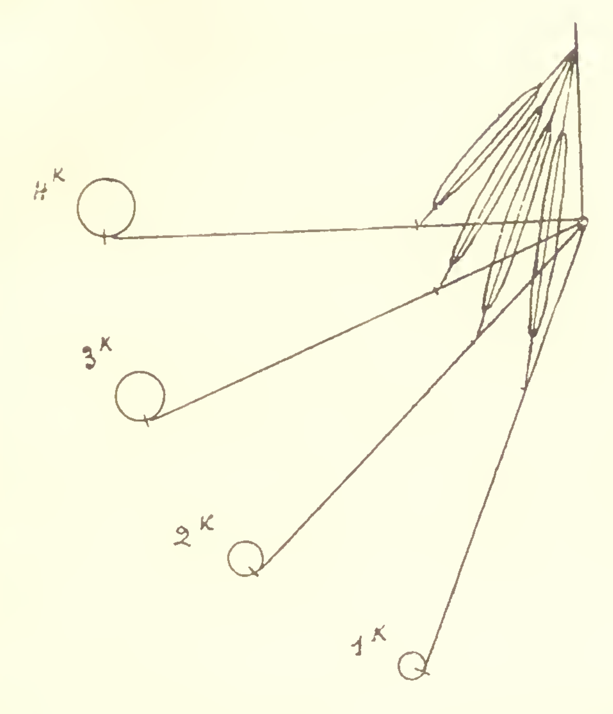


Fig. 4. — *Positions successives du muscle par rapport au bras de levier.*

En 1 l'action du muscle est minima, elle augmente et arrive à son maximum en 4.

La force de la main qui soulève le poids croît progressivement de la position 1 à la position 4 à mesure qu'on voit s'ouvrir l'angle du biceps avec l'avant-bras (fig. 4).

Pour cette raison, le levier de l'appareil déploie toujours *sa plus grande résistance* quand le levier

du corps (le bras, la jambe) permet le plus grand effet de la force musculaire. Prenons, par exemple, l'appareil : Flexion de l'avant-bras. La résistance commence faiblement et augmente incessamment jusqu'à ce que le bras et l'avant-bras forment un angle droit. La force du muscle est alors à son maximum, de même que la résistance. Quand l'avant-bras commence à former un angle aigu avec le bras, « la force musculaire diminue toujours davantage et avec elle la résistance ».

La loi de Schwann et la loi du levier amènent à des conclusions contradictoires, et pour leur donner une influence légitime, il ne reste qu'une ressource : c'est de chercher un moyen terme entre les résultats opposés qu'elles donnent, d'accommoder l'intransigeance de la doctrine avec des essais pratiques, et cela par suite *empiriquement*, car, écrit Zander, « cela ne peut pas se faire uniquement par des calculs ».

Ce sont ces résultats empiriques, aidés de la construction du parallélogramme des forces dans chaque cas particulier, le tout accommodé des exigences de la loi de Schwann, qui ont permis

à Herz de construire pour chaque articulation ce qu'il a appelé le diagramme articulo-moteur, qui indique la manière d'appliquer la résistance dans chaque mouvement (manuellement ou mécaniquement) pour que la résistance « s'accommode exactement aux variations naturelles de l'effet de la force musculaire ».

b) Pendant la série des mouvements.

La méthode suédoise étant basée sur la théorie trophique, la fréquence des mouvements est le facteur essentiel du développement musculaire. Il ne saurait donc être question d'une progression définie de l'effort dans la série des mouvements, et selon le muscle ou groupe de muscles en travail. Il n'y a pas davantage de relation entre la force du muscle, son volume, et la résistance qu'on lui donne à vaincre. La notion de résistance est si peu importante que l'*intensité de la contraction* l'emporte sur l'*intensité de l'effort* dû à l'augmentation de la résistance. C'est l'énergie employée pour accomplir un *mouvement à vide*

qui est le facteur utile du développement du muscle. Mouvement *fréquent*, mouvement *lent*, mouvement *sans résistance* ou avec une résistance légère, tel est le mouvement suédois idéal, bien en conformité avec les principes de physiologie qui sont la base de la méthode.

3° Formes de la contraction.

Si l'on excepte la contraction balistique, qui est une forme particulière du mouvement rapide, il existe trois formes de contraction musculaire : la contraction dynamique, la contraction statique, la contraction frénatrice. Ces trois formes de contraction présentent des caractéristiques particulières que nous définirons plus loin. La physiologie suédoise ignore ces trois formes, ou plutôt les utilise indistinctement. Cependant, en gymnastique pédagogique, la méthode suédoise marque une tendance très nette en faveur de la contraction statique qu'elle utilise dans beaucoup d'exercices : c'est ce qu'on désigne par le terme d'*attitudes actives*, qui sont considérées

comme éminemment circulatoires et par conséquent favorables à la nutrition des muscles (théorie trophique).

4° Mode d'exécution des mouvements.

Selon les nécessités physiologiques, la structure somatique comporte des muscles développés suivant le type long et le type court, en raison de leur utilisation pour un mouvement d'amplitude ou un mouvement de force. Mais la méthode suédoise, qui méprise la recherche de la puissance musculaire « qui lui arrive par surcroît », prétend développer à volonté les muscles suivant *le type long* (muscle d'amplitude) en utilisant les mouvements « excentriques », de préférence aux mouvements « concentriques », dans lesquels le muscle étant étiré, les points d'insertion s'éloignent : « travail favorable à la nutrition du muscle qui se développerait ainsi en longueur et en épaisseur (1) ».

(1) *Règlement sur l'instruction de la gymnastique*, 1902 (annexe).

Ce second point est une proposition sans démonstration. Le premier, par contre, est basé sur l'expérience bien connue de Marey. Il ne fait pas, bien entendu, partie du système initial de Ling et de Zander. C'est de la suédoise perfectionnée.

Dans ses recherches sur les rapports de la longueur du bras de levier avec le volume du muscle et le travail à accomplir, Marey fit l'expérience suivante. Opérant sur un lapin, dont le calcaneum est très long, Marey diminua cet os d'un tiers de sa longueur en le reséquant. Après guérison, le lapin récupéra ses fonctions comme auparavant. Sacrifié au bout d'un an, l'examen du gastrocnémien montra que ce muscle avait diminué de longueur et le tendon augmenté, et tout cela avec compensation en faveur de l'augmentation de la surface de section, c'est-à-dire de la grosseur du muscle. Le résultat de cette expérience, qui peut se déduire d'ailleurs mathématiquement par une formule que nous donnons plus loin, peut s'énoncer ainsi : « La longueur des fibres charnues d'un muscle est pro-

portionnelle à l'amplitude du mouvement qu'il permet d'accomplir. »

La proposition inverse en est la conséquence : « L'amplitude d'un mouvement est proportionnelle à la longueur de la partie charnue du muscle. »

La méthode suédoise, espérant développer les muscles suivant le type long, cherche donc à utiliser les mouvements d'amplitude pour obtenir ce résultat. Nous discuterons plus loin cette proposition, mais il nous paraît utile d'indiquer tout de suite que ce résultat, en admettant son utilité, ne pourrait être obtenu que par une opération inverse de celle du lapin de Marey, c'est-à-dire par un déplacement du point d'insertion du tendon sur le levier pour augmenter la longueur du bras de levier.

Nous ne pensons pas que les gymnastes suédois veuillent s'engager dans une telle chirurgie.

En résumé, les principes scientifiques fondamentaux de la méthode suédoise sont :

1° Fréquence des mouvements (théorie trophique);

2° Mouvements exécutés sans résistance (de préférence dans la gymnastique pédagogique);

3° Mouvements exécutés avec résistance :

a) Résistance variable pendant la durée du mouvement, en conformité avecla loi de Schwann et la loi du levier;

b) Résistance quelconque et sans progression déterminée, dans la série des mouvements;

4° Mouvements exécutés en contraction musculaire dynamique, statique et frénatrice;

5° Mouvements exécutés de préférence sur le type dit : Mouvements excentriques.

Après cet exposé détaillé de la méthode suédoise, nous allons établir les lois biologiques du développement musculaire, la physiologie du travail musculaire, les conditions mécaniques qui le régissent, et après avoir montré la nature complètement erronée des principes suédois, nous indiquerons les conditions que doit remplir la méthode qui, dans un but pédagogique ou thérapeutique, veut appuyer son autorité sur une base

réellement scientifique, et non pas sur de vagues principes qui ne sont d'accord ni avec la théorie, ni avec l'expérimentation.

THÉORIE DU DÉVELOPPEMENT MUSCULAIRE

Ainsi que nous l'avons établi précédemment, rappelons que, le muscle étant composé d'éléments perpétuels, et qui constituent pour chacun ce que nous avons appelé le « coefficient personnel », la méthode de travail doit tendre à faire arriver le muscle, au cours de l'évolution somatique, soit à l'état de développement normal, soit à l'état hypertrophique, selon le but recherché.

Débarrassé de l'examen des lois qui président à l'évolution d'un organe par l'augmentation du nombre de ses éléments constitutifs, il nous suffit de considérer le processus de développement

des éléments préexistants, c'est-à-dire des fibres musculaires.

Nous avons vu que la méthode est basée sur la théorie trophique.

Qu'enseignent la clinique et le laboratoire?

Ils enseignent que le maintien et l'accroissement du tonus musculaire normal et hypertrophique n'est pas un phénomène de nutrition. Il est en effet démontré que l'hyperhémie n'a pas d'influence sur le développement d'un organe : ainsi la production artificielle d'un afflux sanguin anormal dans l'oreille du lapin n'est pas accompagnée d'un développement hypertrophique.

De nombreuses expériences prouvent que l'augmentation de nutrition locale peut favoriser une prolifération existante, mais ne peut en susciter une nouvelle; or, nous avons dit déjà que dans le tissu musculaire il ne peut y avoir de néoformation.

La théorie « trophique » du développement musculaire, théorie basée sur la multiplicité des contractions à vide ou avec faible résistance, ne peut donc pas modifier le volume musculaire, et

il ne faudrait pas s'en laisser imposer par l'augmentation temporaire due à l'hyperhémie, congestion simple, sans augmentation notable de la force, et qui disparaît très rapidement.

Dans l'exercice à vide ou avec faible résistance, il se produit uniquement une utilisation meilleure de la force déjà existante, une adaptation plus complète du muscle à sa fonction, et cela en proportion du développement actuel des fibres musculaires. Il y a un simple réveil de tonicité et c'est cette tonicité de création apparemment nouvelle qui peut en imposer au sens intime pour une légère augmentation de force.

Cette augmentation apparente de force musculaire peut même se produire dans des muscles qui ne participent en rien au travail, et c'est ainsi que Kroncker et Kütter ont pu observer, à la suite d'ascensions de montagne (peu fatigantes d'ailleurs : 300 mètres), une augmentation de la puissance musculaire du biceps.

Il ne faut pas confondre dans la contraction musculaire à vide ou dans la contraction contre une résistance, c'est-à-dire avec travail mécanique

apparent, les phénomènes circulatoires avec les phénomènes osmotiques. Les seconds se passent dans l'intimité des cellules, tandis que les premiers ne franchissent pas les parois cellulaires et restent dans le champ de la circulation locale. Ce sont des phénomènes de vaso-dilatation.

Claude Bernard, Ludwig, Chauveau et Kaufmann ont en effet montré que la circulation devient beaucoup plus intense dans un muscle en travail, et il est admis que l'activité physiologique des muscles s'accompagne d'une énorme vaso-dilatation, mais que cette vaso-dilatation, établie dès le début du fonctionnement, disparaît insensiblement lors du retour des muscles à l'état de repos.

Ces phénomènes de vaso-dilatation se produisent même dans les muscles qui ne participent pas au travail.

Athanasiu et Carvallo ont vu, à l'aide du pléthysmographe de Mosso, que si l'on travaille avec un bras, en maintenant l'autre bras enfermé dans le pléthysmographe au repos, on constate que le volume du bras au repos augmente légèrement

pendant que l'autre travaille, pour diminuer graduellement lorsqu'on cesse les contractions.

Ces phénomènes de vaso-dilatation présentent donc un caractère essentiellement temporaire et n'ont aucun rapport avec les phénomènes intimes qui se produisent dans les cellules musculaires pendant la contraction musculaire avec production de travail mécanique vrai, *et qui sont de nature osmotique.*

Il est évident que, si l'exercice « trophique » a lieu au cours du développement somatique chez un sujet dont l'organisme évolue normalement, on ne saurait lui attribuer l'augmentation naturelle de volume et de force des muscles.

Il faut par conséquent repousser comme non exacte l'opinion de ceux qui pensent que l'afflux sanguin déterminé dans un muscle, par des mouvements fréquents, doit le développer.

A l'ancienne théorie « trophique », il faut opposer la théorie « osmotique », que nous allons exposer et qui démontre les relations nécessaires entre le travail du muscle et son développement. Pour cela, nous nous appuierons sur des preuves

expérimentales, mathématiques, et cliniques.

Expérimentalement : Un muscle au repos, détaché du corps, plongé dans une solution isotonique, ne change pas de poids : la pression osmotique dans le muscle est égale à celle de la solution.

Un muscle plongé dans une solution plus concentrée (solution hypertonique) diminue de poids, par perte d'eau, résultant de l'excès de la pression osmotique dans la solution.

Lorsque le développement somatique se produit normalement, la pression osmotique intramusculaire est toujours isotonique.

Lorsqu'au contraire, le développement, pour des causes diverses, est ralenti, la pression osmotique intra-musculaire est diminuée : le développement normal sera donc atteint par l'excitation fonctionnelle appropriée, destinée à relever la pression osmotique intra-musculaire.

Cet état de développement incomplet est l'analogue de l'état d'atrophie, sans dégénérescence, atrophie d'origine périphérique comme celles consécutives aux traumatismes articulaires.

L'état hypertrophique, état temporaire surajouté à la valeur normale actuelle de la fibre musculaire, et qui correspond au rendement maximum de la contraction musculaire et au volume maximum du muscle, correspond à l'élévation la plus grande de la pression osmotique intra-musculaire. L'état atrophique, normal et l'état hypertrophique sont donc les degrés extrêmes de la valeur fonctionnelle du muscle. Ils correspondent à une pression osmotique intra-musculaire diminuée, normale, ou augmentée, en supposant le milieu vital sous une pression osmotique constante. Le développement musculaire, normal ou hypertrophique, consiste donc dans la recherche de l'augmentation de pression osmotique intra-musculaire. Or, les recherches poursuivies en vue de définir les échanges osmotiques dont les tissus sont le siège, ont démontré que, si la cellule vivante est sensible à la pression de la solution qui la baigne, elle réagit encore mieux aux pressions extérieures nouvelles en s'y adaptant. Elle modifie, dans ces conditions, sa pression propre et ainsi équilibre plus ou moins les forces

physiques externes et internes qui l'influencent.

Du changement physique de la cellule découlent des conséquences fonctionnelles directes, et si, sous l'influence d'excitations appropriées, la fibre musculaire gagne ou perd de l'eau, c'est-à-dire augmente ou diminue sa pression osmotique, il est naturel que les conditions physiques réalisées ainsi doivent changer son travail extérieur et par suite la valeur et l'allure de sa contraction.

Variations de la pression osmotique dans le muscle par la contraction (1).

Le membre postérieur de la grenouille, détaché d'un coup de ciseau au niveau de l'aîne, dépouillé et plongé pendant vingt-quatre heures dans une solution de chlorure de sodium congelant à — 0°,53, ne change pas de poids ; on doit donc admettre que la pression osmotique dans le muscle est égale à celle de la solution, soit à 15°, 6 atm. 655.

Si l'on plonge les deux pattes d'une grenouille

(1) Professeur Stéphane Leduc, *Comptes rendus Acad. des Sciences*.

dans une solution de chlorure de sodium congelant à — 0°,53, les deux pattes étant soumises par un même courant électrique à une série de contractions, l'une des pattes étant libre, l'autre tendue par un poids, la patte libre subit une certaine augmentation de poids qui atteint rapidement une valeur limite, *quel que soit le nombre* des contractions, la patte tendue subit une augmentation de poids plus grande que la patte libre, et cette augmentation *s'accroît progressivement avec le poids tenseur*, c'est-à-dire avec la résistance.

Cette élévation de la pression osmotique intramusculaire peut dépasser 2 atm. 521, 2 kg. 604 par centimètre carré de surface.

Les changements considérables de la pression osmotique intra-musculaire, indiqués par l'expérience précédente, peuvent déjà montrer que :

1° La valeur fonctionnelle du muscle est en rapport avec l'élévation de la pression osmotique et obtenue par la contraction du muscle ;

2° Que l'élévation de la pression osmotique est un phénomène physique et non trophique ou circulatoire ;

3° Que l'élévation de la pression osmotique est, jusqu'à une limite maxima, *proportionnelle à la résistance* que le muscle doit vaincre par sa contraction.

Mathématiquement : Si l'on considère l'architecture des muscles, on peut voir qu'un muscle se compose de fibres musculaires juxtaposées, insérées à leurs deux extrémités, et dont le raccourcissement produit la variation de forme du muscle. Au moment où un muscle se contracte, ses différentes fibres agissent par leur élasticité et se comportent d'une façon analogue à des fibres de caoutchouc qui seraient allongées ou tendraient à revenir à leur position d'équilibre.

Chacune d'elles tire sur son point d'attache avec une force exprimée par la formule :

$$F = ES \frac{l}{L}.$$

L étant la longueur qu'aurait la fibre contractée et raccourcie, l la quantité dont elle est allongée par suite de la fixité de ses attaches, S la section de chaque fibre, F la force exercée par elle et par suite aussi la traction exercée sur elle. E est le

coefficient de l'élasticité de la fibre musculaire.

Si nous considérons des fibres musculaires ayant même section S et même coefficient d'élasticité E, pour que ces fibres prennent la même part à la force développée par le muscle dans la constitution duquel elles entrent, elles devront produire la même force F, par conséquent, pour toutes, $\frac{l}{L}$ devra avoir la même valeur, c'est-à-dire que le déplacement de leur extrémité motrice devra toujours être une même fraction de leur longueur.

En considérant un muscle dans son ensemble, si $\frac{l}{L}$ a la même valeur pour tous les muscles, E étant sensiblement constant, la formule fait voir que S devra être d'autant plus considérable que F sera plus grand, c'est-à-dire qu'il faut un muscle d'autant plus gros qu'il devra développer un effort plus considérable.

Inversement : Si nous considérons « l'organe approprié à la fonction », comme il est constant en biologie, cette nécessité mathématique nous

permet de dire, en nous appuyant sur les expériences précédentes et sur les preuves cliniques qui vont suivre, qu'un muscle devient d'autant plus gros qu'on lui fait développer un effort plus considérable : c'est-à-dire que *le développement du muscle est proportionnel à la résistance qu'on lui donne à vaincre.*

Cliniquement : 1° Clinique athlétique. — C'est un fait d'observation courante que les exercices, comme d'ailleurs les travaux manuels dans lesquels la résistance la plus grande est imposée aux muscles, sont ceux qui produisent le développement musculaire le plus grand. Il suffit de mesurer les périmètres ou même simplement de regarder les bras et les avant-bras, chez les boxeurs d'une part, lutteurs, faiseurs de poids, ou gymnastes d'autre part, pour constater cette évidence. Or, les premiers font des mouvements fréquents, mais sans résistance, les autres luttent contre des résistances plus ou moins graduées, mais qui équivalent au poids du corps et même plus.

L'influence de la résistance est ainsi évidente, et celle de la nécessité de l'augmentation progressive de la résistance se trouve dans l'entraînement athlétique par les poids et les haltères. C'est là que le désir de faire « de plus en plus fort » amène méthodiquement, par une progression empirique, l'augmentation du volume et de la force des muscles, alors qu'il est constant de voir ceux qui utilisent la méthode franco-suédoise, s'il nous est permis de nous exprimer ainsi, dite « méthode des poids légers »; rester invariablement dans les mêmes conditions de développement. Si athlétiquement la fréquence du mouvement était le vrai facteur du développement, à quel résultat extraordinaire n'arriveraient pas les coureurs cyclistes par exemple, comme Terront et Corre, pour ne citer qu'un exemple célèbre, qui, dans une course de 1.000 kilomètres pendant quarante-deux heures consécutives, ont dû donner 250.000 coups de pédale !

Et dans un ordre d'idées voisin, puisqu'il touche à l'automatisme réflexe, quel superbe mollet devrait avoir le malade cité par Pitres et

de Fleury qui, atteint de trépidation réflexe du pied, présentait 10.000 oscillations doubles à l'heure, soit 240.000 contractions musculaires du mollet par jour.

2° *Clinique thérapeutique.* — Nous avons dit précédemment que l'atrophie (atrophie simple, sans lésions de dégénérescence) et l'hypertrophie étaient les deux stades fonctionnels extrêmes du muscle normal; c'est-à-dire que la restitution à son état normal d'un muscle atrophié doit être obtenue par les mêmes moyens que le développement hypertrophique d'un muscle normal.

Or, il est bien admis aujourd'hui que les procédés trophiques : massage, gymnastique passive, révulsion, mouvements sans résistance, etc., tout ce qui en un mot représente les principes suédois en thérapeutique, sont absolument sans effet dans le traitement des atrophies musculaires. Il suffit de lire, dans les comptes rendus de la Société de Chirurgie de Paris (1907-1908), les discussions qui ont mis cette importante question au point, pour voir que les chirurgiens les plus notoires ont mon-

tré l'inutilité de la thérapeutique trophique et la nécessité du travail musculaire physiologique contre des résistances graduées.

Nous-même, dans plusieurs travaux et communications aux sociétés savantes (1), et en collaboration avec le Professeur Berger, membre de l'Académie de Médecine, et le docteur Rochard, chirurgien de l'hôpital Saint-Louis, nous avons montré les résultats évidents que le travail musculaire, par la méthode des « résistances progressives », donne dans le traitement des amyotrophies.

Ici encore, le résultat obtenu est proportionnel à la résistance vaincue.

Sans développer davantage les points précédents, et sans recourir à un luxe de preuves, il nous paraît suffisamment établi, par le laboratoire, le calcul, et la clinique physiologique et thérapeutique, que le muscle ne se développe pas sous l'influence de la multiplicité des mouvements

(1) Académie de Médecine, 20 mars 1906 et 12 février 1907; Société de Chirurgie, 1907-1908; Société de Médecine militaire française, 4 novembre 1909.

(méthode suédoise), mais, au contraire, que le muscle se développe par la contraction volontaire luttant contre une résistance, cette résistance devant être graduée et progressivement plus forte.

Le développement du muscle est proportionnel à la résistance qu'on lui donne à vaincre, et il y a dans le volume, la force, et la résistance, un rapport tel qu'il est permis de poser, toutes choses égales d'ailleurs, l'équation suivante :

Force = Surface de section = Résistance.

Loi de Schwann. — Il n'est pas inutile, tout d'abord, de faire observer que la loi de Schwann ne figure plus sur les traités de physiologie. Mais puisque les Suédois lui attribuent néanmoins encore de l'importance, nous allons montrer ce qu'elle veut dire et ce que vaut l'expérience de la grenouille sur laquelle elle est fondée.

On sait qu'un muscle en contraction normale possède une certaine élasticité qui constitue le tonus musculaire. Si, en effet, on sectionne le tendon d'un muscle, celui-ci se raccourcit d'une

quantité très appréciable : il perd son *tonus*, et il faut une certaine force pour lui faire reprendre sa longueur primitive.

Ces deux états correspondent aux deux caractères du muscle : l'extensibilité et la rétractilité ; ils présentent d'ailleurs des caractères différents selon que le muscle est au repos ou en contraction.

La loi de Schwann, basée sur l'expérience de la grenouille, ne concerne que le muscle au repos en état de rétractilité.

Si on suspend à un muscle rétracté un poids, le muscle s'allonge progressivement avec la charge jusqu'à une longueur qu'il possède quand il est en état d'extensibilité normale : c'est-à-dire de tonus. Il peut même dépasser cette longueur, c'est l'extensibilité supplémentaire, dont nous ne parlerons pas.

Si, comme dans l'expérience de la grenouille, on électrise le muscle rétracté, on obtient un certain raccourcissement pendant la contraction. Si l'on ajoute une faible charge, le muscle a un raccourcissement plus grand sous cette légère traction que sous une traction nulle, et l'on a un cer-

tain travail. Si l'on augmente progressivement la charge, le muscle progressivement est étiré, augmente son raccourcissement et par suite sa puissance (car la force est proportionnelle au degré de raccourcissement du muscle et la grandeur du raccourcissement, fonction de l'extensibilité).

Le muscle soulève donc dans les conditions de l'expérience un poids progressivement plus lourd et il atteint son maximum lorsqu'il se trouve, avant l'excitation, dans un état d'extensibilité qui correspond aux conditions de sa tension physiologique normale.

Ceci est l'interprétation des phénomènes que les Suédois désignent sous le nom de loi de Schwann.

Mais cela ne veut point dire que le muscle est plus fort quand il est dans son allongement le plus grand. Cela est vrai pour le cas du muscle rétracté, c'est-à-dire en tension nulle ou anormale, et en faisant abstraction de l'extensibilité supplémentaire, tandis que le muscle en tension normale physiologique, tel qu'il se trouve lorsqu'il est inséré sur les leviers qu'il doit physiologiquement déplacer, présente les caractères suivants que les

travaux de Marey, Chauveau, etc... ont démontrés et que l'on doit énoncer ainsi :

Le travail physiologique musculaire est une création pure et simple de force élastique; cette force élastique est *proportionnelle* à la charge et *au degré de raccourcissement du muscle.*

Nous sommes donc amenés à conclure tout le contraire de ce que la méthode suédoise réclame comme principe, et au lieu de dire que : le muscle possède son maximum de puissance quand il est le plus allongé, c'est-à-dire que sa puissance *diminue* à mesure qu'il se raccourcit par la contraction, nous devons conclure que la *puissance augmente* à mesure que le muscle se contracte et qu'elle est *proportionnelle au degré de raccourcissement.*

Loi du levier. — Ce semble un fait évident que les résistances que l'homme, par son système musculaire, est appelé à vaincre tous les jours, soient des résistances constantes, et que l'ouvrier qui soulève un outil, que l'athlète qui soulève un poids, que le sujet qui soulève simplement son membre, aient bien toujours affaire à la même

résistance, celle de l'outil, du poids, du membre, et que si, par suite des positions successives des leviers, il y ait, par rapport à la puissance, des variations de la résistance, il y ait aussi une accommodation constante entre ces deux fac-

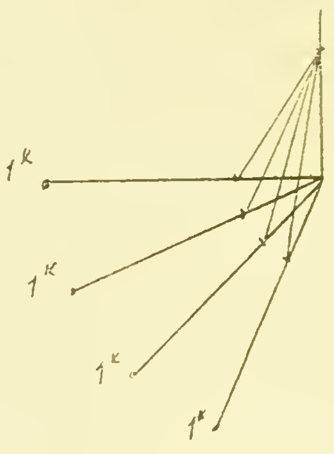


Fig. 5.

Contraction du biceps à vide.

Si nous estimons le poids de l'avant-bras à 1 kilogramme. dans la contraction normale, il continue à représenter 1 kilogramme dans la série des positions 1, 2, 3, 4.

teurs, de telle sorte que dans la série des positions, il y ait toujours égalité entre la valeur de la puissance et celle de la résistance.

Ceci serait conforme aux grandes lois biologiques de l'adaptation, ce serait même plus simple-

ment du bon sens. Mais l'esprit scientifique veillait en Suède, et Ling et Zander ont changé tout cela.

Si vous pliez l'avant-bras sur le bras (action du biceps), le poids de l'avant-bras est naturelle-

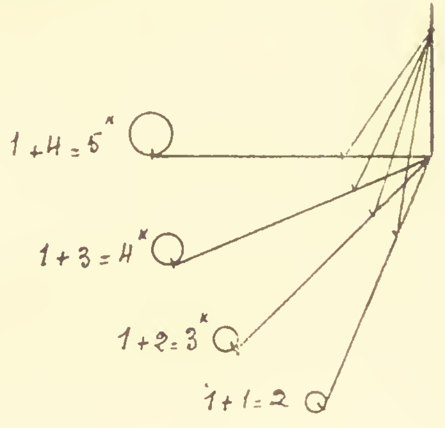


FIG. 6.

Contraction du biceps avec une résistance graduée.
(Méthode suédoise.)

Si on estime le poids de l'avant-bras à 1 kilogramme, et la résistance initiale (surcharge) à 1 kilogramme, l'avant-bras surchargé doit prendre successivement les valeurs de 2, 3, 4, 5 kilogrammes, à mesure que la contraction s'accomplit.

ment toujours le même (fig. 5) ; mais si, dans un but gymnastique ou thérapeutique, vous augmentez la résistance par une surcharge, elle devra être non pas constante, mais réglée de telle manière que de 0 elle passe à un maximum pour revenir à 0,

et en faisant cela l'homme rectifiera l'erreur de la nature qui a eu le tort de ne pas construire un avant-bras à poids variable.

Nous reproduisons le schéma qui traduit cette graduation (fig. 6).

Ceci nous amène à exposer les principes de la statique des forces musculaires, et à montrer que l'organisme humain est équilibré de telle sorte que les résistances sont constantes, et que si le travail du muscle doit être augmenté, dans un but de développement, par une résistance, cette résistance supplémentaire doit également être *constante* pendant toute la durée du mouvement.

Statique des forces musculaires.

Définitions. — Les muscles sont des organes destinés à produire et à transmettre le mouvement aux divers segments du corps humain : les muscles sont les agents actifs du mouvement, alors que les os et les articulations en sont les agents passifs.

Un muscle consiste essentiellement en un faisceau de fibres, sensiblement parallèles ou présen-

tant des dispositions variées, mais qui se fusionnent en une composante. Sous l'action de la volonté, ou sous l'influence d'une excitation artificielle, le muscle est capable d'éprouver une *contraction*, c'est-à-dire de se raccourcir en vertu de sa qualité fondamentale : la contractilité.

Par la contraction, le muscle augmente d'épaisseur et diminue de longueur; cette diminution de longueur entraîne le mouvement de l'un des points des membres où le muscle est attaché.

L'expérience démontre que l'augmentation de section du muscle compense la diminution de sa longueur, de sorte que, dans la contraction, le volume du muscle ne change pas. (Certains auteurs admettent une légère diminution de volume, mais sans importance pratique, car elle n'atteindrait pas, en tous cas, 1/1.000 du volume du muscle.)

Un muscle a une force et une direction.

Les diverses tensions des fibres musculaires, sensiblement parallèles entre elles ou de dispositoins variées, forment en se composant une *force résultante*, dont la direction n'est autre que la direction moyenne de ces fibres.

Ainsi les forces élémentaires d'un muscle peuvent se ramener à une seule. Nous l'appellerons la force du muscle, et cette force a une *direction.*

Les forces musculaires jouissent des propriétés des forces de la mécanique rationnelle, et on peut leur en appliquer les théories.

D'ordinaire, on ne tient pas compte de la force vive des muscles. Cependant, il peut se présenter des cas où la force vive d'un muscle ne serait pas négligeable. Mais la considération de la vitesse, outre qu'elle complique la question de l'étude mécanique des forces musculaires, ne présente aucun intérêt dans le cas qui nous occupe, car, dans les mouvements méthodiques, les mouvements sont assez lents pour qu'on puisse négliger l'effet de la vitesse.

Nous considérerons donc la vitesse d'un muscle comme nulle ou uniforme. Dans ces conditions, la mécanique des muscles se réduit à la statique

Représentation des forces. — Dans la statique, on représente une force par une ligne droite dont

la longueur donne l'*intensité* de la force, à une échelle déterminée, et dont le tracé indique la *direction* de la force.

Composition des forces. Forces concurrentes. - Le principe fondamental de la statique consiste dans le théorème du *parallélogramme des forces.* En voici l'énoncé :

« Lorsque deux forces concourent au même point, on peut remplacer les deux forces par une troisième force qui est représentée en grandeur et en direction par la résultante du parallélogramme construit sur ces deux forces. »

Les deux forces concourantes s'appellent : les composantes. Et la troisième force s'appelle : la résultante.

Dans la figure 7, AB, AC, sont les composantes, AD, la résultante.

Forces parallèles. — La règle du parallélogramme tombe en défaut lorsque les deux forces composantes sont parallèles. Dans ce cas, la règle est la suivante. Elle comprend deux cas :

1° Si deux forces composantes sont parallèles

(A et B) et agissent dans le même sens, la force résultante leur est parallèle et est égale à leur somme, et sa direction passe entre les deux à des

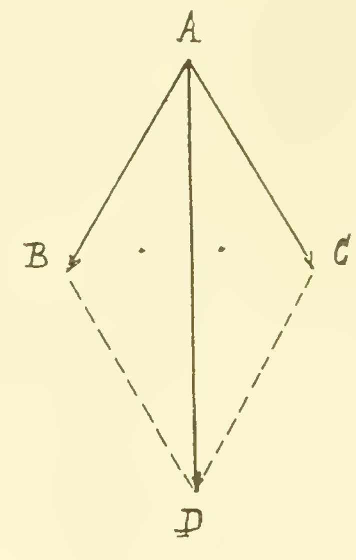


Fig. 7.

distances de l'une et de l'autre inversement proportionnelles à leurs intensités respectives (fig. 8).

On a donc :

$$C = A + B \ldots\ldots \frac{ac}{cb} = \frac{B}{A}.$$

2° Si deux forces composantes sont parallèles et agissent en sens contraire, la force résultante

leur est parallèle et est égale à leur différence. Elle est de même sens que la plus grande. Sa

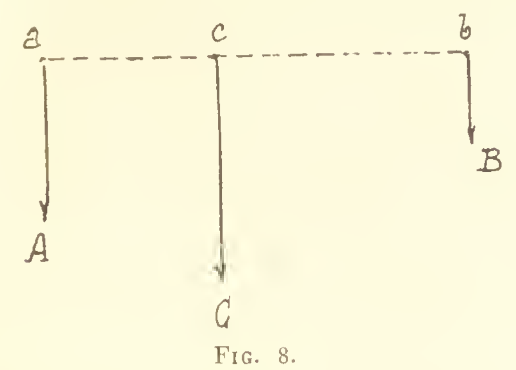


FIG. 8.

direction passe du côté de la plus grande à des distances de l'une et de l'autre inversement pro-

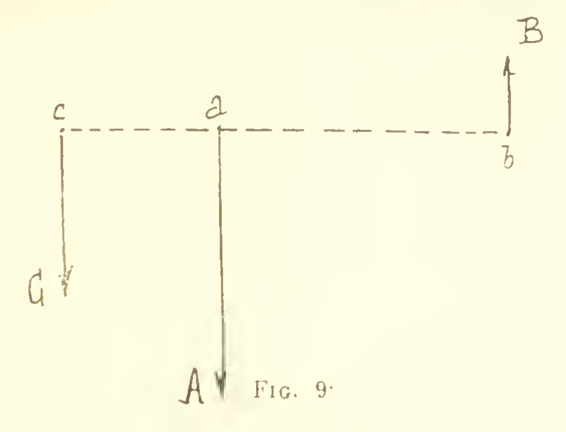


FIG. 9.

portionnelles à leurs intensités respectives (fig. 9).

On a donc :

$$C = A - B \ldots \ldots \frac{ca}{cb} = \frac{B}{A}.$$

En général, les forces qui agissent sur un membre du corps humain ne sont pas parallèles : les forces

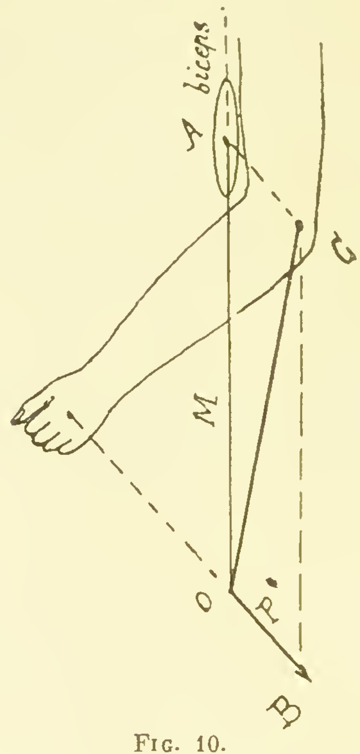


Fig. 10.

musculaires particulièrement ont une direction oblique.

Considérons, par exemple, l'avant-bras portant un poids B (fig. 10).

Le muscle biceps sollicite l'avant-bras avec une force M dont la direction est AO. La direction de

cette force rencontre la direction du poids au point O. Les deux forces M, P se composent pour produire une résultante qui passe nécessairement par l'articulation du coude, point par lequel l'avant-bras se rattache au bras.

Construisons le parallélogramme OBCA.

Dans cette figure, la ligne OB représente le poids P, la ligne OA représente l'intensité de la

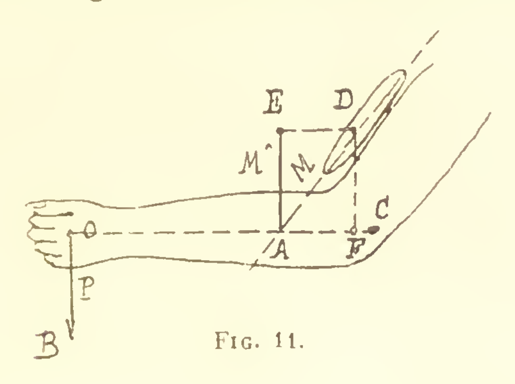


Fig. 11.

force du muscle, et la résultante OC représente la réaction que reçoit l'articulation du coude à laquelle cette articulation oppose nécessairement une résistance contraire. Pour appliquer à ce problème la composition des forces parallèles, ainsi qu'on le fait souvent, il faut décomposer, par la règle du parallélogramme, la force du muscle en

deux composantes. L'une horizontale AF, l'autre verticale AE (fig. 11).

La composante horizontale n'intervient plus dans la composition des forces verticales. Elle est simplement équilibrée par la résistance du coude C, point par lequel passe sa direction.

Les deux forces verticales, le poids P représenté par OB, la composante musculaire représentée par AE et que nous appellerons M', sont deux forces parallèles qui se composent entre elles pour donner une résultante qui passe nécessairement par le point C, articulation du coude, seul point d'attache de l'avant-bras avec le bras.

D'après la règle de la composition des forces parallèles, on doit avoir :

$$\frac{CA}{CO} = \frac{P}{M'}.$$

Cette équation où tout est connu, excepté M, permet de calculer M' quand on s'est donné P. On trace alors le rectangle AFDE, où l'on trouve, à l'échelle du dessin, la force musculaire M qu'on cherchait. (Sur le vivant, quand P représente non pas une charge, mais simplement le

poids du membre (mouvements à vide), il est impossible de se donner P et par suite la règle du parallélogramme des forces n'est pas applicable.)

Si l'emploi de la règle du parallélogramme est indispensable pour étudier en détail l'effet des charges extérieures sur les muscles et les articulations, le problème qui se pose le plus ordinairement consiste à calculer les forces musculaires.

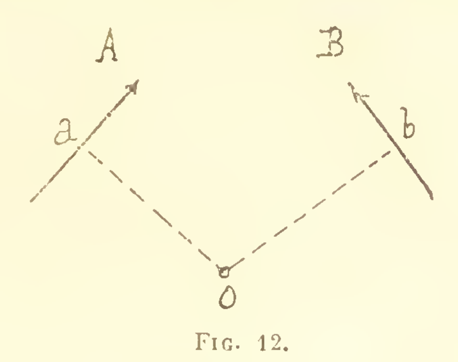


FIG. 12.

Dans ce cas, la théorie des moments permet de résoudre la question beaucoup plus simplement.

Théorie des moments.

Si l'on considère dans un plan un point fixe O et diverses forces A, B, etc., on appelle *bras de levier* d'une force la longueur de la perpendicu-

laire abaissée de ce point sur cette force (fig. 12), *et moment de cette force*, par rapport au centre des moments, *le produit de son intensité par son bras de levier.*

Le bras de levier étant Oa, le moment est $= A \times Oa$. Les moments sont considérés comme *positifs* lorsque la force tend à faire tourner son bras de levier dans un certain sens, par exemple de gauche à droite, et comme négatifs en sens contraire.

Proposition. — *Le moment de la résultante de deux ou plusieurs forces est égal à la somme des moments des composantes.*

Les membres humains sont des solides articulés, et l'application du théorème des moments à ces solides permet de résoudre immédiatement les principaux problèmes.

En effet, si l'on prend pour centre des moments le centre de l'articulation lui-même, les forces qui constituent les réactions de cette articulation ont un *moment nul*, puisque leur bras de levier est nul. On ne trouve plus en

présence que la force du muscle et les forces extérieures consistant généralement en un seul poids.

Appelons M la force du muscle, m son bras de levier, P le poids, p son bras de levier, on a, d'après le théorème des moments :

$$Pp = Mm.$$

Cette équation permet de calculer l'une des quatre quantités, P, p, M, m, puisque les trois autres sont connues. Nous appliquerons cette équation à quelques problèmes.

I. — *Élévation d'un poids au moyen de l'avant-bras.*

(Flexion de l'avant-bras sur le bras.)

Considérons le système de leviers du membre supérieur, comme formé de deux leviers AB (avant-bras), BC (bras) articulés en un point géométrique B. La force CD est la composante du fléchisseur principal (biceps) (fig. 13).

Supposons que l'avant-bras prenne successivement les positions BA_0, BA_1, ..., BA_i, en soulevant un poids P.

Le muscle fléchisseur (biceps) prendra successivement les positions CD_1, CD_2, ...; CD_4 (fig. 14).

De nombreuses mensurations permettent d'adopter en moyenne les mesures suivantes :

La longueur de l'avant-bras AB est de 30 centimètres.

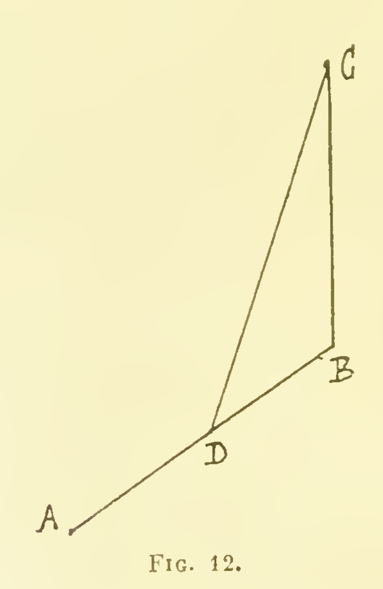


Fig. 12.

Celle du bras BC est à peu près la même, 30 centimètres. La longueur de l'insertion BD du biceps est d'environ 6 centimètres.

CD_1, CD_2, CD_3, CD_4, sont les positions successives du muscle.

Les perpendiculaires BM_1, BM_2, BM_3, BM_4,

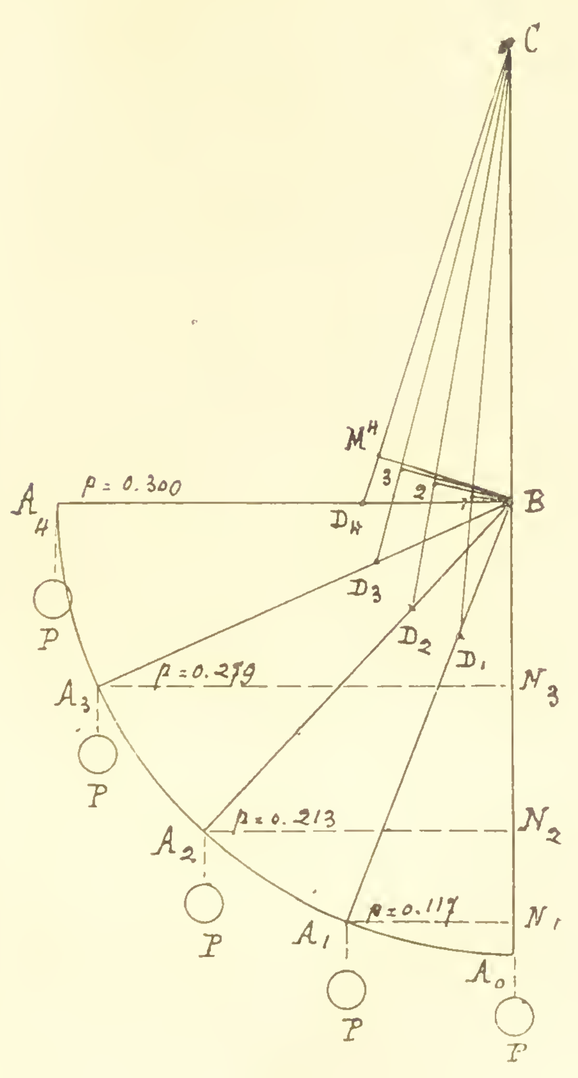

C
M4
3
2
1
B
A4
p = 0.300
D4
D3
D2
D1
P
A3
p = 0.259
N3
P
A2
p = 0.213
N2
P
A1
p = 0.117
N1
A0
P
P

FIG. 14.

sont les bras de levier successifs du muscle. Il est facile de voir, sans faire de calculs, que les longueurs croissent à l'échelle comme les bras de levier A_1N_1, A_2N_2, A_3N_3, A_4B, du poids P dont ils sont à peu près la cinquième partie. On a donc pour

$$p = 1 \quad m = \frac{1}{5}.$$

Par conséquent d'après l'équation (1)

$$P = \frac{M}{5} \text{ ou } M = 5 P.$$

Dans le système considéré, la tension du muscle est donc *constante* pour toutes les positions de l'avant-bras et égale à cinq fois l'intensité du poids.

Des conclusions précédentes qui concernent l'articulation théorique de l'avant-bras sur le bras, nous allons faire les applications physiologiques.

On sait que les articulations du corps humain ne sont pas des articulations géométriques, mais qu'elles affectent des formes variées, en rapport

avec la conformation même des extrémités osseuses qui, réunies par les ligaments, constituent les articulations.

Ainsi dans l'articulation du coude (articulation de l'avant-bras sur le bras) le mouvement s'accomplit autour d'un axe transversal qui passe par les deux extrémités articulaires : la trochlée et le condyle. Mais cet axe de rotation n'est pas fixe, il se déplace au contraire à mesure que le mouvement s'accomplit et le déplacement est tel que dans la flexion de l'avant-bras sur le bras la longueur d'insertion du muscle BD diminue, c'est-à-dire que la résistance augmente.

C'est une conséquence directe de la disposition anatomique de la trochlée, qui n'est pas une charnière absolue, mais décrit un trajet légèrement spiroïde.

Mais, à mesure que la résistance augmente, la puissance augmente aussi, de telle sorte qu'il y a toujours équilibre entre ces deux facteurs.

Nous avons vu précédemment que la force du muscle est proportionnelle à son degré de raccourcissement, c'est-à-dire que le muscle devient

plus fort à mesure qu'il se contracte. Cette augmentation de la puissance due à la contraction vient équilibrer une partie de la résistance.

Le reste est équilibré par la mise en jeu des fléchisseurs synergiques : brachial antérieur et long supinateur, dont les fibres, de longueur inégale, entrent en jeu *successivement* pour satisfaire aux nécessités mécaniques. Nous en développerons les raisons au sujet de l'articulation du genou.

Donc, si par suite de la forme de l'articulation. il y a au cours du mouvement une certaine variation de la résistance, il y a dans la nature même de la contraction musculaire et dans les dispositions des muscles synergiques les éléments nécessaires et suffisants *pour équilibrer cette variation de la résistance.*

Il nous faut conclure que dans le mouvement de flexion de l'avant-bras sur le bras, il y a *constamment égalité entre la résistance et la puissance.*

Si donc, dans un but physiologique ou thérapeutique, on veut augmenter le travail des muscles au moyen de charges supplémentaires,

cette résistance doit être *constante pendant toute la durée du mouvement.*

II. — *Élévation d'un poids au moyen de la jambe.*

(Extension de la jambe sur la cuisse : action du quadriceps fémoral.)

Considérons le système de levier du membre inférieur comme formé de deux leviers AB jambe, BC cuisse, articulés en un point géométrique B ; la force N est la composante de l'extenseur (quadriceps fémoral).

Le muscle quadriceps exerce une traction sur le genou, et cet organe, par l'intermédiaire de la rotule qui joue le rôle de poulie de réflexion, transmet cet effort à la jambe.

Nous admettons donc que la superstructure du genou, grâce à la mobilité qu'offre la rotule, fonctionne à la manière d'une poulie mobile autour de son axe (fig. 15).

La composition des forces M, traction du muscle, et P, charge que supporte le cou-de-pied, exige que le massif formé par la rotule et les par-

ties qui la supportent procurent une réaction normale à la rotule et passant par le centre virtuel de l'articulation supposée existante en B.

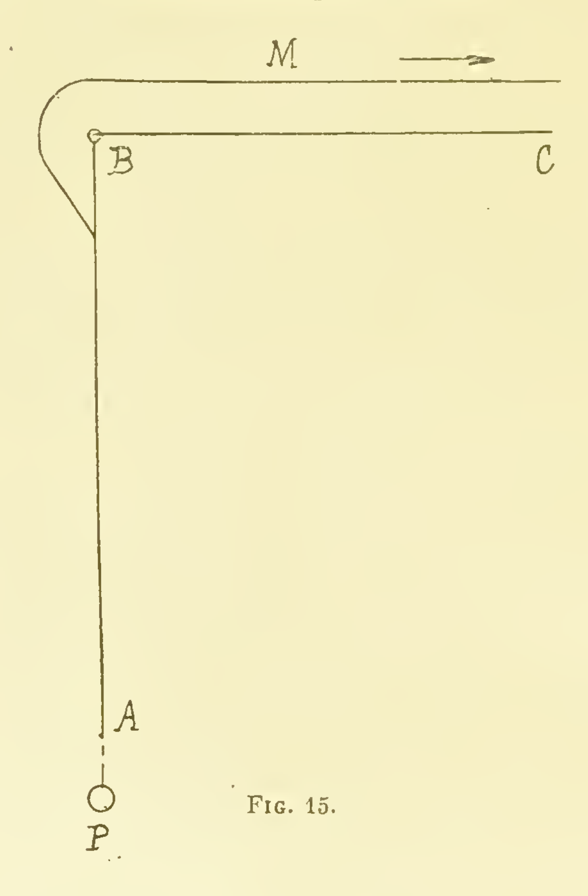


Fig. 15.

C'est ce que l'on voit dans le parallélogramme des forces construit pour le cas A_1 en D*am*.

La droite DB donne la direction de la résultante (fig. 16).

Dans le cas, si on prend les moments autour

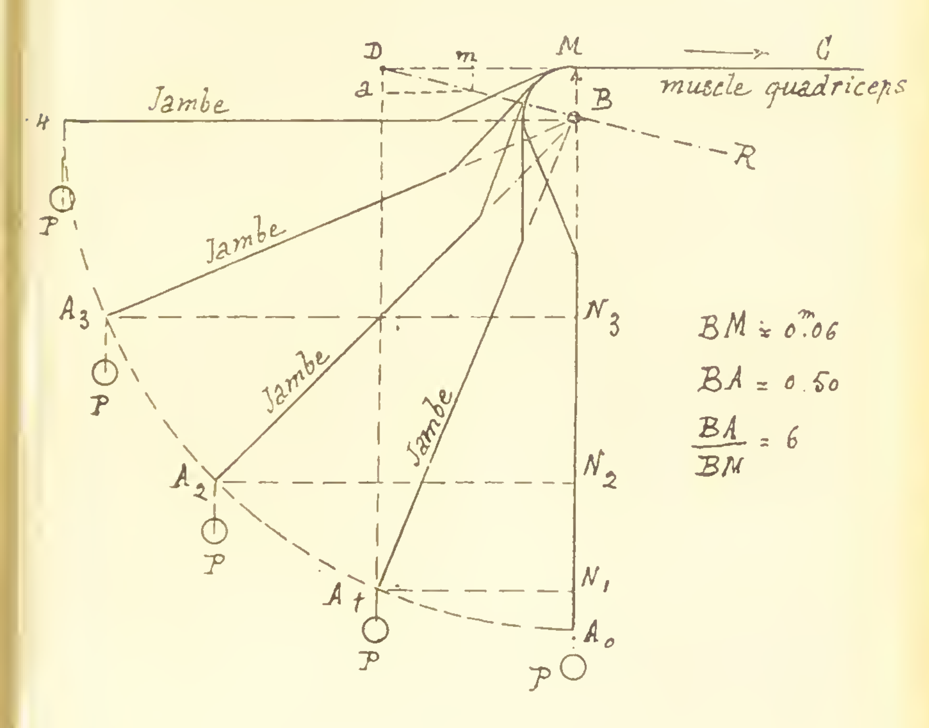


Fig. 16.

du point B, les forces M et P qui sollicitent la jambe doivent se faire équilibre. Appelons *m* le bras de levier BM de la puissance qui est constant pour toutes les positions de la jambe; *p* le

bras de levier NA de la résistance qui est variable suivant les positions de la jambe et égale successivement à zéro, $A_1 N_1$, $A_2 N_2$, $A_3 N_3$, $A_4 N_4$.

D'après le théorème des moments pris autour de l'articulation B, on a :

$$Pp = Mm$$

d'où

$$M = P \frac{p}{m}.$$

Si l'on admet que $m = 0$ m. 06 centimètres, et que la longueur de la jambe soit de 0 m. 40 centimètres, on admet pour la position A_4

$$M = \frac{0{,}40}{0{,}06},$$

soit environ M = 6 P.

Puis successivement pour la position

$$\begin{array}{ll} A_3 & M = 5{,}5\ P, \\ A_2 & M = 4{,}2\ P, \\ A_1 & M = 2{,}3\ P, \\ A_0 & M = 0. \end{array}$$

(En général, l'angle BA de la jambe avec la verticale étant α, la formule est $M = 6\,P \sin \alpha$.)

Cette loi est bien différente de celle que nous

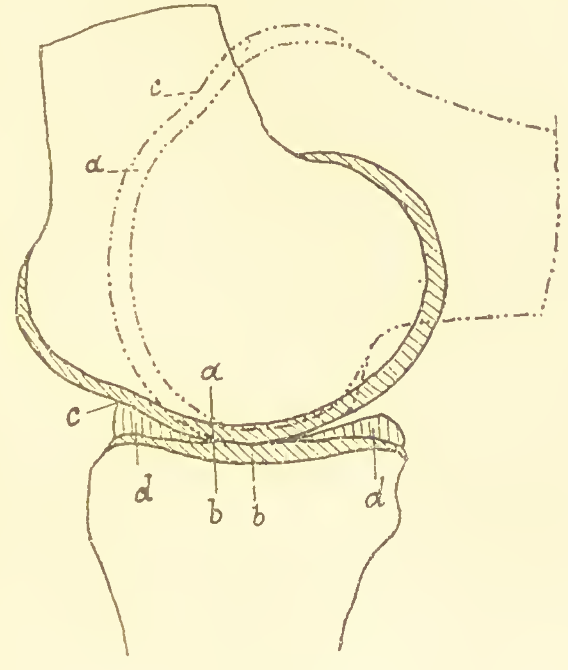


Fig. 17.

Coupe sagittale du condyle interne et de sa glène, pour montrer le mode de locomotion du fémur, dans la flexion et dans l'extension. (Testut, d'après Bugnion.)

Le trait plein indique le fémur, en état d'extension; le trait pointillé, le fémur à l'état de flexion.

a et *b*, deux points par lesquels le fémur et le tibia entrent en contact dans l'extension, — *a'* et *b'*, les positions nouvelles que prennent les points précités dans la flexion, — *c*, empreinte condylo-trochléenne, — *d*, *d*, cartilage semi-lunaire.

avons trouvée pour le cas précédent (articulation du coude), mais nous allons montrer que là encore

les variations successives de la résistance sont équilibrées par une variation proportionnelle de la puissance, dont l'action est en outre favorisée par la structure même de l'articulation.

En effet, le mouvement de l'articulation s'effectue autour d'un axe transversal qui passerait à peu près dans les deux tubérosités condyliennes, autrement dit par les deux insertions fémorales des ligaments latéraux et des ligaments croisés. Mais l'axe de rotation n'est pas fixe et se déplace à mesure que le mouvement s'accomplit (fig. 17).

C'est que la surface articulaire des condyles, suivie d'avant en arrière, appartient tout d'abord à un cercle de très grand rayon, puis à un cercle de rayon beaucoup plus court, qu'elle s'enroule par conséquent à la manière d'une volute, autrement dit qu'elle décrit une courbe spirale, dont les rayons vont en décroissant de la partie antérieure à la partie postérieure (fig. 18). Cette courbe irrégulière se rapproche d'une courbe parabolique. La longueur d'insertion du muscle BM diminue donc à mesure que le mouvement s'ac-

complit : la résistance diminue progressivement.

Si nous examinons maintenant la structure

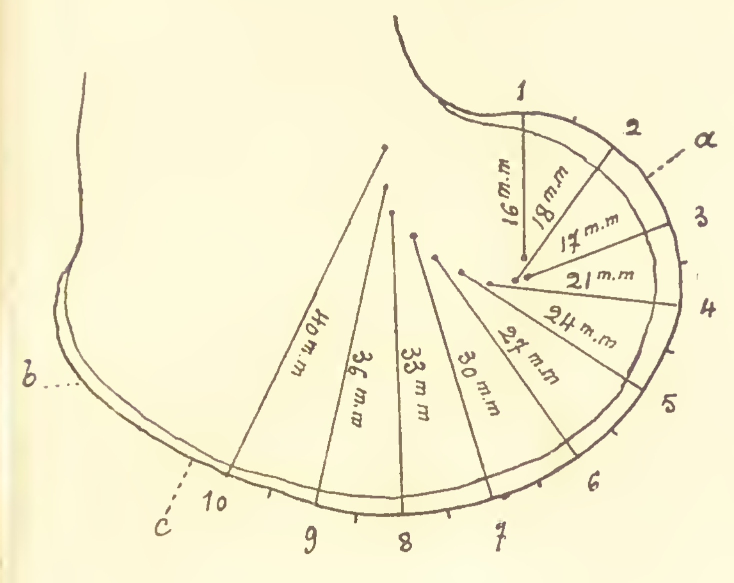


Fig. 18.

Coupe saggittale du condyle interne du fémur.
(Testut, d'après Bugnion.)

La coupe suit approximativement la ligne de contact : la surface est divisée en centimètres comptés d'arrière en avant : le double contour figure l'épaisseur du cartilage; les différents centres de courbure sont indiqués par des points; les chiffres, placés à côté des rayons, indiquent en millimètres la longueur de ces rayons.

a, condyle, — *b*, trochlée, — *e*, limite condylo-trochléenne.

anatomique du muscle extenseur, le quadriceps fémoral, nous constatons qu'il est composé de

quatre parties : le droit antérieur, le vaste interne, le vaste externe et le crural.

Ces quatre parties, bien distinctes par leurs insertions et leur structure, sont également remarquables par la différence de longueur des fibres musculaires qui les composent. Les fibres du droit antérieur (partie contractile) sont les plus longues, celles du crural les plus courtes, et l'on peut schématiser leurs proportions de la manière suivante (fig. 19) :

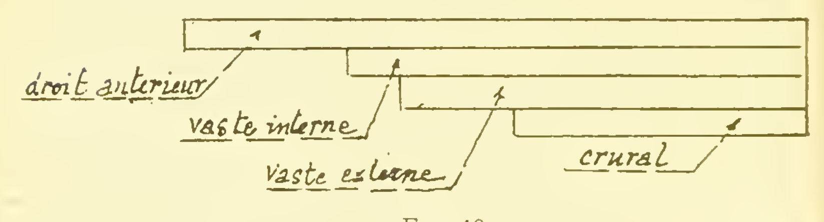


Fig. 19.

Or, on sait que pour un mouvement déterminé, chaque fibre musculaire ayant un même coefficient d'élasticité, toutes les fibres qui s'insèrent à une même extrémité motrice doivent produire un raccourcissement de même longueur, par fractions égales, c'est-à-dire que des muscles composés de fibres de même longueur se raccour-

cissent en bloc pendant toute la durée de la contraction nécessaire pour accomplir le mouvement intégral auquel ils président, tandis que des muscles dont les diverses parties sont composées de groupes de fibres de longueur inégale, se contractent pendant une partie du mouvement proportionnelle à leur longueur.

Or, le quadriceps présente des fibres de longueurs très variées, et par suite ces fibres n'agissent pas toutes pendant toute la durée du mouvement. Elles entrent en contraction chacune à leur tour, selon leur longueur ; et leurs connexions anatomiques sont telles que, guidées par l'excitation neuro-motrice, elles se contractent au moment où leur *action élective* est nécessaire pour produire l'effort.

Ainsi, pour le quadriceps, le mouvement est d'abord produit par le droit antérieur presque exclusivement, puis progressivement, à mesure que le mouvement s'accomplit, le crural et les vastes entrent en contraction pour venir renforcer de toute leur puissance (car ils ont une grande surface de section) l'augmentation progressive

de la résistance qui, ainsi que nous l'avons démontré précédemment, passe au moins de 1 à 6. En outre des raisons tirées de la structure anatomique des parties constitutives du quadriceps, c'est un fait facile à vérifier expérimentalement.

Physiologiquement, il est aisé de constater la puissance contractile des vastes vers la fin de l'extension. Cliniquement, dans les affections traumatiques du genou avec atrophie du quadriceps, ce sont les vastes qui sont particulièrement touchés. Aussi voit-on ces malades qui peuvent facilement, étant dans le décubitus dorsal, soulever le membre inférieur rigide (action du droit antérieur, psoas-iliaque, et crural) ou, dans la position assise, jambes pendantes, produire l'extension de la jambe sur la cuisse jusqu'à 45° environ (droit antérieur et crural), mais ne peuvent absolument pas accomplir le reste de l'extension par suite de l'atrophie des vastes qui sont nécessaires pour renforcer dans ce deuxième temps de l'extension les deux autres parties du quadriceps.

Enfin, comme dans le cas précédent (articu-

lation du coude), il faut toujours tenir compte de la propriété fondamentale du muscle dont la puissance augmente à mesure qu'il se raccourcit, c'est-à-dire que le mouvement s'effectue.

Ce deuxième cas, bien que très différent du premier, montre avec toute l'évidence mathématique et physiologique que l'adaptation des groupes musculaires aux mouvements qu'ils doivent accomplir et par conséquent aux résistances qu'ils doivent vaincre, est parfaite, et que là encore il y a égalité entre la valeur de la puissance et celle de la résistance, c'est-à-dire que la résistance surajoutée pour le travail, quel que soit son but, doit, pour être physiologique, être une résistance *constante pendant toute la durée du mouvement.*

III. — *Élévation d'un poids au moyen du bras tendu latéralement.*

Articulation de l'épaule — action du deltoïde (partie moyenne).

Cette articulation peut mécaniquement être assimilée au cas précédent, le muscle se réfléchis-

sant sur la tête de l'humérus qui joue en se déplaçant le rôle d'une poulie de réflexion.

Le muscle deltoïde, en effet, prend ses insertions supérieures à l'omoplate et à la clavicule, contourne l'articulation de l'épaule en passant

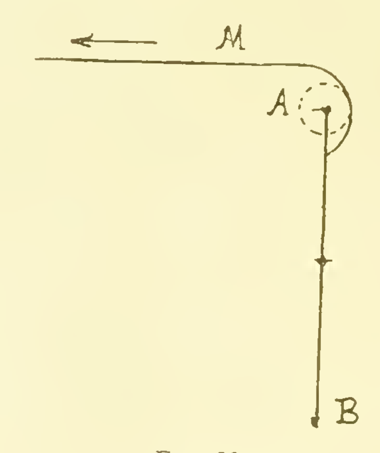


Fig. 20.

A, centre de rotation; AB, levier (bras et avant-bras rigides); M, force.

sur la tête humérale et vient s'attacher à la partie supérieure de l'humérus. Le bras et l'avant-bras réunis forment un solide articulé autour du point A, centre de rotation de l'articulation, autour duquel il peut tourner (fig. 20).

Ce solide (bras et avant-bras rigides) est soumis :

1° A la force P ou poids qui est porté par la main;

2° A la force M du muscle (deltoïde) qui sol-

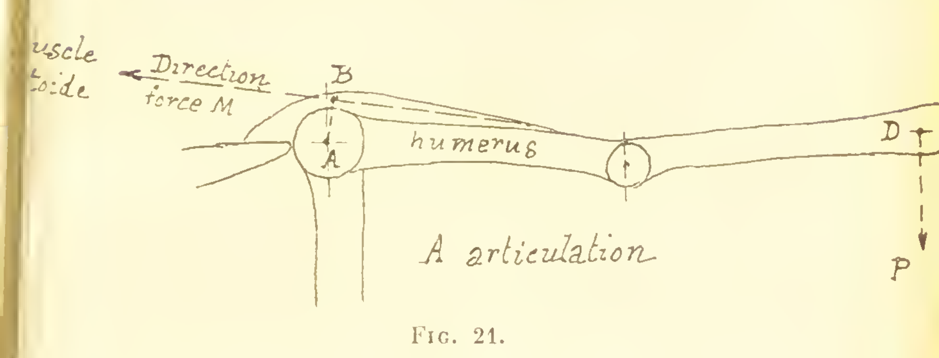


Fig. 21.

licite l'humérus dans la direction de la flèche;

3° A la réaction de l'articulation A.

Supposons le bras horizontal (fig. 21).

Si l'on prend les moments des forces autour d'un point A, on ne trouve plus en présence que le poids P et la force M. Ces deux forces se font équilibre; leurs moments sont égaux. On a donc :

$$P \times AD = M \times AB.$$

Le bras de levier AD a environ 60 centimètres.

Le bras de levier AB peut être évalué à 3 centimètres, on aura donc :

$$M = \frac{AD}{AB} \times P = 20 \text{ P}.$$

D'après cela, l'effort du deltoïde dépasserait de beaucoup proportionnellement celui du biceps ou du quadriceps. (Et c'est là l'explication simple et évidente de la fatigue très rapide du muscle deltoïde, que certains physiologistes ont cru devoir attribuer à une structure intime particulière, le rendant prompt à la fatigue et qu'ils ont appelé le coefficient spécifique.) Si le bras prend une inclinaison sur l'horizontale, le bras de levier du muscle ne change pas beaucoup, mais le bras de levier du poids diminue.

α étant l'angle de la direction du bras avec la verticale, le moment du poids est égal à

$$P \times AD \sin \alpha.$$

L'effort du muscle deltoïde varie donc comme le sinus de l'angle α.

Ce sont les mêmes résultats que ceux que nous avons trouvés pour le cas précédent (articulation

du genou). Dans ce troisième exemple, nous constatons que la résistance pendant l'exécution du mouvement subit une augmentation progressive encore plus grande, puisqu'elle passe de 0 à 20.

Mais là encore les synergies fonctionnelles, les variations de longueur des fibres qui concourent au mouvement, le rapport de la puissance contractile au degré de raccourcissement, etc. viennent rétablir l'équilibre.

Car, dans l'élévation latérale, outre que toutes ces fibres ne sont pas de même longueur (bien que la partie charnue soit très longue), le deltoïde trouve dans les synergies un concours puissant. Ce sont d'abord, selon les besoins, les parties antérieures et postérieures du deltoïde qui se contractent synergiquement avec la partie moyenne pour produire l'élévation latérale, c'est le sus-épineux, c'est le grand dentelé, ce sont même tous les muscles de la ceinture cervicale (trapèze, muscles claviculaires, etc.) dont l'action synergique vient en temps utile, sous l'action coordinatrice de l'influx nerveux, renforcer l'action musculaire et produire le résultat constant

que nous avons précédemment montré, c'est-à-dire l'adaptation parfaite de la puissance aux variations de la résistance.

En ce cas, comme dans tous, *la résistance doit donc être constante.*

Ces diverses applications, dans les trois exemples que nous avons envisagés, démontrent que la théorie des moments permet de calculer très rapidement les efforts musculaires dans les différents cas.

La seule difficulté consiste à apprécier les données numériques à introduire dans l'équation, c'est-à-dire le bras de levier du muscle dans ses diverses positions.

Mais il ne faut pas oublier qu'en pareille matière, il ne faut demander au calcul que ce qu'il peut donner, c'est-à-dire une démonstration schématique du problème que l'on cherche.

C'est à l'anatomie et à la physiologie, à l'aide des grandes lois biologiques, qu'il convient, sur ces données, de fournir l'interprétation des calculs et l'ultime démonstration.

Des trois exemples discutés il ressort cette con-

clusion bien évidente, c'est qu'il y a dans l'organisme une adaptation constante du muscle à sa fonction dans les conditions mécaniques où elle doit s'exercer; cette adaptation est telle que la variation de la puissance vient toujours équilibrer la variation de la résistance, de telle sorte qu'il faut considérer la résistance, relativement à la puissance, comme une *résistance constante.*

Par suite, dans toutes les applications gymnastiques ou thérapeutiques, lorsqu'il est utile de surajouter une résistance à l'action musculaire, cette résistance doit être :

constante pendant toute la durée du mouvement,

et non pas variable pendant toute la durée du mouvement, comme le demande la « méthode suédoise » en se basant sur ce qu'elle appelle la « loi du levier ».

Mode de contraction.

On sait qu'un muscle qui se contracte agit contre le poids à soulever (résistance) et contre

la pesanteur (soit qu'il la combatte, l'équilibre ou l'accélère).

Il s'ensuit trois modes de contraction.

Dans la contraction *dynamique* la contraction musculaire accomplit un travail mécanique en élevant un poids à une certaine hauteur (travail positif).

Dans la contraction *statique* la contraction musculaire fait équilibre à la pesanteur et maintient le membre immobile dans une position donnée.

Dans la contraction *frénatrice* la contraction musculaire retarde simplement la chute du membre dans la pesanteur (travail négatif).

Ainsi, dans le mouvement de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras, le fléchisseur (biceps) se contracte *dynamiquement* dans la flexion et *frénatricement* dans le mouvement d'extension. A tout moment d'arrêt pendant l'exécution du mouvement il se contracte *statiquement*.

On sait en effet, depuis les travaux de M. Paul Richer, que la forme du muscle, sa physionomie

si caractéristique, est sous la dépendance de la forme elle-même du mouvement ou plus exactement de sa vitesse.

Ainsi, dans les *mouvements lents*, exécutés dans un plan vertical plus ou moins oblique, quel que soit le sens du mouvement, l'action musculaire est dirigée toujours du même côté, du côté de l'effort à faire pour vaincre entièrement l'effort de la pesanteur ou pour lui résister partiellement. Exemples : dans la flexion ou l'extension de l'avant-bras sur le bras, celui-ci restant vertical, l'effort est toujours en biceps; dans la flexion du corps en avant ou dans son redressement, l'action musculaire est toujours aux extenseurs spinaux et fessiers; dans l'élévation du bras en dehors ou dans son abaissement, l'action musculaire est toujours aux muscles élévateurs, deltoïde, grand dentelé; dans la flexion de la jambe sur la cuisse, celle-ci demeurant dans le voisinage de la verticale, ou dans son extension, l'action musculaire est toujours aux fléchisseurs (muscles postérieurs de la cuisse).

Mais dans tous ces cas, l'action musculaire est

une contraction *dynamique* du muscle dans le sens opposé à la pesanteur et une contraction *frénatrice* du *même* muscle dans le sens de la pesanteur.

Or, les vues de l'esprit et l'expérimentation par la méthode chronophotographique démontrent que l'effort statique est plus petit que l'effort dynamique avec travail positif, et plus grand que le même effort avec travail négatif.

Nous avons vu par ailleurs que l'augmentation de volume et de puissance d'un muscle était proportionnelle à l'augmentation de la pression osmotique intra-musculaire et que celle-ci était proportionnelle à la qualité du travail mécanique produit, c'est-à-dire de l'effort. Il en faut conclure que le travail utile, *nécessaire et suffisant*, est celui dans lequel l'effort va en augmentant et par conséquent la pression osmotique intra-musculaire. Cet effort, c'est l'effort en *contraction dynamique* qui se produit pendant le raccourcissement progressif du muscle.

La clinique et l'expérimentation démontrent pleinement ces vues, et le développement muscu-

laire ou la restitution fonctionnelle d'un muscle s'obtiennent par la même quantité de travail dynamique, que celui-ci *soit ou non* accompagné du travail frénateur correspondant.

Dans le travail musculaire en contraction dynamique, on peut encore dissocier un élément de dépense énergétique inutile au point de vue du développement des muscles, c'est le *travail statique* ou plus exactement l'*énergie de sustentation.*

Le muscle est un organe à la fois producteur d'énergie et transmetteur de cette même énergie. Cette double fonction lui donne des caractéristiques particulières.

On sait que le travail T = PH, c'est-à-dire le poids multiplié par la hauteur du soulèvement.

Cet espace parcouru H peut être assimilé à une infinité de positions d'équilibre, la charge étant déplacée de chaque position d'équilibre vers la position suivante par une contraction musculaire dynamique. Le mouvement schématique serait donc représenté par une infinité de contractions dynamiques entrecoupées d'une infinité de contractions statiques.

Il y a lieu, en effet, dans le cas d'un muscle qui se contracte lentement en élevant une masse, de dissocier deux éléments de la dépense énergétique : *énergie de sustentation* et *travail d'élévation.*

Si l'on considère l'élévation d'une charge de poids $p = mg$ par un moteur cinétique à action continue et d'une puissance disponible constante égale à vv, la vitesse maxima v_n avec laquelle peut se mouvoir la masse, est $v_n = \frac{vv}{P}$ que l'on appelle *vitesse d'élévation normale.* Il y aura *élévation lente* lorsque la masse s'élèvera avec une vitesse moindre $v_e < v_n$, la puissance strictement nécessaire à cette élévation dans des conditions normales, étant $vv_e = pv_e$ et moindre que la puissance disponible vv. La différence $E = vv - vv_e$ représente l'énergie inutilisée par unité de temps. C'est cette dépense d'énergie qu'il s'agit d'interpréter.

« Au point de vue cinétique, dit M. Ernest Solvay (1), tout se passe, dans le cas d'une élé-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1905.

vation lente, comme si, pendant chaque intervalle de temps infiniment petit dt, la masse s'élevait d'abord avec la vitesse normale pendant le temps $\frac{v_e}{v_n}\, dt$, puis restait stationnaire pendant le temps $(1 - \frac{v_e}{v_n}\, dt)$. Il en est de même au point de vue énergétique. Pendant ce temps dt, la masse accumule une quantité d'énergie égale à

$$w_e\, dt = pv_e\, dt,$$

qu'on peut encore écrire $pv_n \times \frac{v_e}{v_n}\, dt$; on voit ainsi qu'elle est la même que si la masse s'élevait d'abord avec la vitesse normale v_n pendant le temps $\frac{v_e}{v_n}\, dt$, puis restait immobile pendant un temps $\left(1 - \frac{v_e''}{v_n''}\right) dt$, durant lequel la quantité d'énergie fournie par le moteur

$$pv_n \left(1 - \frac{v_e}{v_n}\right) dt = p\,(v_n - v_e)\, dt$$

est dépensée sans effet utile pour l'élévation. Or cette quantité est précisément Edt qui reçoit ainsi une interprétation simple : c'est l'*énergie de sustentation* ».

Cette énergie de sustentation ou *travail stérile de l'équilibration* constitue un terme parasite qui s'introduit au dénominateur dans l'expression du rendement, car, ainsi que nous venons de le montrer en dissociant les deux éléments du travail musculaire, quand un muscle soulève une charge, non seulement il la met en mouvement, mais encore il l'équilibre, et sa dépense est à la fois fonction du travail utile produit et du travail stérile de l'équilibration.

Le travail stérile de l'équilibration, qui n'est autre que le travail statique au cours de l'élévation, demande donc à être supprimé, pour ne laisser accomplir, par la contraction musculaire, que le travail utile, le travail d'élévation, ou *travail dynamique pur.*

Ce résultat peut être obtenu à l'aide d'appareils d'élévation *à dispositifs strictement frénateurs.* On obtient ainsi pour le minimum d'effort et de dépense énergétique le maximum de rendement.

Ces notions s'appliquent plus particulièrement aux malades et aux malingres pour lesquels on doit être avare de dépense énergétique.

Chez les sujets bien portants, en gymnastique pédagogique, il est néanmoins très utile de faire exécuter les mouvements de telle manière que l'effort statique et l'effort de retenue ou effort frénateur *soient réduits à leur minimum*, et qu'on laisse à la pesanteur le libre jeu de son action.

Rappelons maintenant que la méthode suédoise utilise sans aucun choix les divers modes de contraction musculaire, et faisons même remarquer que ses tendances trophiques la portent vers *l'utilisation élective des mouvements très lents* (c'est-à-dire avec dépense d'énergie de sustentation excessive) et *vers les mouvements en contraction statique* (attitudes actives).

Dans la méthode suédoise, les mouvements doivent être accomplis lentement et en donnant une contraction musculaire aussi *énergique* que possible. Les mouvements, même à vide, doivent toujours être exécutés avec le maximum d'énergie, car c'est, d'après cette doctrine, l'intensité de la contraction, quelle que soit la résistance, qui développe le muscle en facilitant les échanges cir-

culatoires et trophiques. Nous allons montrer que ce mode d'exécution des mouvements constitue une dépense énergétique inutile, et sans résultat.

Le muscle en activité produit du travail intérieur et extérieur, l'un produisant de la chaleur et des actions chimiques, l'autre du travail mécanique ou travail vrai.

La contraction musculaire comprend trois temps :

1° Mise en activité de la contractilité;

2° Création de l'élasticité, pouvoir moteur du muscle;

3° Résultat sous forme de travail et de chaleur, en proportions variables.

La chaleur provenant de la contraction musculaire est proportionnelle au degré de raccourcissement du muscle, et l'on sait, depuis les expériences de Béclard, que dans la contraction sans travail *vrai*, la chaleur développée est plus grande que lorsque le muscle produit du travail mécanique (soulèvement d'un poids).

De l'interprétation fausse de nombreuses observations, et à cause de l'assimilation inexacte entre

le moteur animé et le moteur mécanique, on a longtemps déduit que le tissu musculaire transformait directement la chaleur en travail mécanique, d'où la conclusion au point de vue pratique que le travail était le résultat de l'échauffement du muscle et lui était proportionnel.

C'est Chauveau qui a le premier montré que le travail n'était pas sa propre fin, et que la chaleur était la restitution du travail.

On sait que le travail, dans un sens très général, consiste en une transformation d'énergie. « Mais s'il naît d'une dépense contemporaine d'énergie, représentée par l'excès des combustions attachées à la contraction musculaire, il ne peut pas, sous peine d'anéantissement, constituer sa propre fin. Il se retrouve sous une forme extérieure impérissable, la chaleur sensible qui termine le cycle. L'énergie chimique est donc l'élément du travail physiologique, et la chaleur en est la restitution inévitable : celle-ci apparaît alors comme une expression fatale de l'activité vivante et comme un résidu des transformations qui engendrent cette activité; c'est la chaleur *excretum* de Chauveau.

« Cette chaleur devient l'objet d'une fonction spéciale chez les animaux à sang chaud, mais cette régulation de la température n'est qu'un épisode de l'évolution greffé sur une loi de mécanique générale, c'est-à-dire sur le principe de la conservation de l'énergie » (1).

De ce qui précède, il résulte que la part de l'énergie élastique créée par la contraction musculaire, qui n'est pas utilisée sous forme de travail mécanique, apparaît sous forme de chaleur. Or le travail mécanique, dans les conditions où nous l'avons indiqué, étant le seul facteur utile, *nécessaire et suffisant*, pour le développement du muscle, il apparaît de toute évidence que cette production de chaleur, qui n'est qu'une perte stérile d'énergie, doit être absolument évitée.

Théoriquement, il ne devrait pas, dans une contraction bien exécutée, se produire une élévation de température appréciable, l'énergie nécessaire au travail mécanique devant être seule produite et utilisée tout entière.

(1) Laulanié, *Physiologie*.

Mais si ce résultat absolu ne peut être atteint par suite de l'imperfection du système neuro-musculaire, il n'en reste pas moins que, en gymnastique, les mouvements doivent être exécutés dans les conditions les plus favorables au but recherché, c'est-à-dire en vue de transformer toute la force élastique créée en travail mécanique.

Il faudra donc exécuter les mouvements avec l'*énergie juste nécessaire* pour le travail mécanique à produire, et non pas avec le *maximum d'énergie* dans tous les mouvements, quelle que soit la résistance à vaincre.

Enfin les Suédois divisent les mouvements de la gymnastique en mouvements concentriques et en mouvements excentriques. Les mouvements *concentriques* sont ceux dans lesquels, pendant le travail du muscle, les points d'insertion se rapprochent constamment, les mouvements *excentriques* étant, au contraire, ceux dans lesquels les points d'insertion s'éloignent; les derniers seraient les plus favorables à la nutrition du muscle,

qui se développerait en longueur et en épaisseur (1).

Pour voir l'inanité de cette classification, il suffit de se rappeler ce qu'est un muscle et quel est son mode d'action.

La fibre musculaire, avons-nous déjà dit, peut être comparée à une fibre de caoutchouc étirée et qui tend à revenir à ses dimensions normales. La contraction musculaire est donc essentiellement un raccourcissement, et tous les mouvements actifs, quels que soient les muscles, sont des mouvements concentriques, c'est-à-dire dans lesquels, pendant le travail des muscles, les points d'insertion se rapprochent.

Quand, dans un muscle, les points d'insertion s'éloignent, c'est une élongation *passive*, due à la contraction active de l'antagoniste qui se raccourcit.

Quand on fléchit l'avant-bras sur le bras, par exemple, le triceps brachial subit, selon le mot suédois, une action excentrique, c'est-à-dire que les points d'insertion s'éloignent, mais c'est une

(1) *Règlement sur l'instruction de la gymnastique*, 1902.

action passive, le travail actif étant au biceps, fléchisseur de l'avant-bras sur le bras.

Cette action passive d'élongation ne saurait avoir aucune action sur le développement du muscle, puisque nous avons montré que le développement musculaire était le résultat de la contraction, c'est-à-dire du travail actif.

Il va de soi que, lorsqu'un muscle se raccourcit, son antagoniste s'allonge, et c'est pourquoi on ne peut obtenir la position excentrique *de départ* d'un mouvement que par la position concentrique de l'antagoniste.

La tendance constante à exécuter les mouvements sur le type « concentrique » est particulièrement marquée dans le méthode suédoise pour les muscles fixateurs de l'épaule en arrière et plus particulièrement de l'omoplate.

Quand nous disons mouvements concentriques, il faut comprendre que la méthode suédoise fait travailler *exclusivement* les muscles de la *face postérieure*, en écartant la contraction de ceux de la face antérieure, antagonistes, qui représentent, dans la terminologie bizarre que nous venons

de critiquer, les mouvements « excentriques ».

Ces mouvements « concentriques » ont pour but de fixer, d'une manière aussi intense que possible, l'épaule en arrière et l'omoplate, pour permettre le jeu le plus complet des muscles inspirateurs et procurer ainsi le plus grand développement de la capacité respiratoire.

Dans la gymnastique suédoise, « tous les mouvements concourent à rapprocher les épaules en arrière; que se passe-t-il? les fibres d'insertion du grand dentelé à l'omoplate sont, elles aussi, reportées en arrière; ce muscle, *d'une importance capitale pour la respiration*, se trouve allongé; il pourra, en se contractant, se raccourcir davantage en augmentant l'amplitude des mouvements de la cage thoracique (1) ».

Toute la question respiratoire se trouve donc résumée dans la contraction du grand dentelé, ce muscle « d'une importance capitale pour la respiration ». Et la question se pose aussitôt, car elle a

(1) Bibliothèque de Thérapeutique Gilbert et Carnot. (Gymnastique.)

fait l'objet de bien des controverses, le grand dentelé *est-il un muscle inspirateur ?*

Le grand dentelé, disposé obliquement entre l'omoplate et le thorax, est un muscle large et rayonné, formé par une série de faisceaux séparés et bien distincts à leur insertion costale, mais réunis et fusionnés à leur insertion scapulaire.

On lui décrit généralement trois portions : supérieure, moyenne et inférieure.

La portion supérieure se détache de l'angle supérieur du scapulum et vient se fixer, d'autre part, par deux digitations, sur la première et la deuxième côte; envisagée au point de vue de sa direction, cette première portion est légèrement oblique en bas et en avant.

La portion moyenne, plus large mais plus mince, qui naît sur toute la hauteur du bord spinal, s'insère d'autre part, par trois digitations distinctes, sur le bord inférieur et la face externe des deuxième, troisième et quatrième côtes. Ces faisceaux moyens peuvent manquer, et, dans ce cas, le muscle est constitué par deux portions distinctes : portion supérieure, portion infé-

rieure, celle-ci de beaucoup plus importante.

La portion inférieure tire son origine de la face interne de l'angle inférieur du scapulum, et s'épanouit aussitôt en un large éventail, lequel vient s'attacher aux cinquième, sixième, septième, huitième, neuvième et quelquefois dixième côtes; cette insertion costale se fait par autant de faisceaux distincts, dont les deux ou trois premiers affectent une direction transversale, et les autres, *plus nombreux et plus gros*, une direction oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

Dans l'ensemble, si l'on néglige les faisceaux moyens, rudimentaires, et si l'on tient compte de la faible longueur du bord spinal de l'omoplate par rapport à la longueur comprise entre les dix premières côtes, le grand dentelé peut être considéré comme un muscle *rayonné*, dont l'action principale (composante des forces parallèles), du côté de l'omoplate, centre du faisceau, se trouve localisée près de l'angle inférieur de l'omoplate (fig. 22).

Si l'on construit le parallélogramme des forces pour les faisceaux supérieurs, légèrement

obliques, et les faisceaux inférieurs, progressivement plus obliques, on peut calculer que la

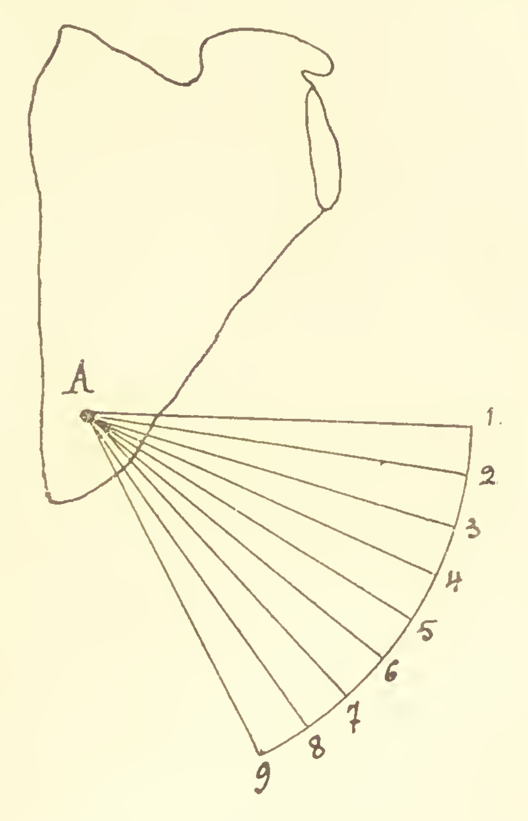


Fig. 22.
Schéma du grand dentelé.
A, centre du faisceau.
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, rayons du muscle.

composante des forces verticales représente le quart de la valeur de la composante des forces

horizontales, ces forces horizontales étant appliquées aux diverses hauteurs du bord spinal, mais avec une prédominance marquée à l'angle inférieur, de telle sorte que la composante parallèle se trouve, comme nous venons de l'indiquer, au voisinage de l'angle inférieur. L'omoplate étant fixé par son angle externe à la clavicule, retenu d'autre part en haut et en arrière par l'angulaire et par les faisceaux moyens du trapèze, une partie de l'action de la force horizontale fait équilibre à l'action inverse des faisceaux moyens du trapèze, et permet d'obtenir le point fixe sur lequel s'effectue la rotation de l'omoplate.

En dehors de cette action, presque statique, la plus grande partie des forces horizontales peut être représentée par une composante qui agit sur l'angle inférieur de l'omoplate, en imprimant à l'omoplate un mouvement de rotation autour de son point fixe, rotation qui a pour effet, soit l'élévation du moignon de l'épaule, soit une action de renforcement de l'extension du membre supérieur dans l'élévation d'un poids. (Sans que l'épaule s'élève, le moignon étant progressivement

tassé par la charge : action statique qui peut devenir dynamique, par l'élévation du moignon à la fin de l'extension.)

Dans ce second mode d'action, le point fixe de

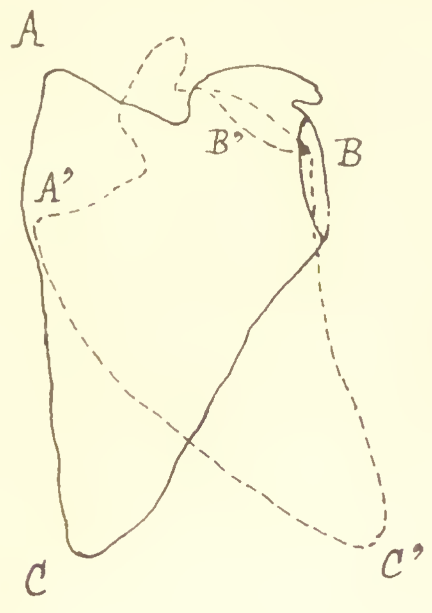


Fig. 23.

Positions extrêmes de l'omoplate dans le soulèvement d'un poids sans élévation du moignon de l'épaule. (Action du grand dentelé.)

rotation de l'omoplate se déplace et l'omoplate est attiré davantage d'arrière en avant, *le moignon de l'épaule pouvant même s'abaisser.*

Le grand dentelé a donc pour action principale de produire la rotation de l'angle inférieur de l'omoplate; c'est-à-dire qu'il agit en prenant son point fixe sur les côtes et son point mobile sur l'omoplate.

Pour que le grand dentelé puisse être un muscle inspirateur, il faudrait que le contraire se produise, c'est-à-dire qu'il prenne son point fixe sur l'omoplate et que la direction de la force soit oblique de bas en haut, de manière à produire, l'omoplate étant fixé, l'élévation des côtes.

Ces conditions sont très difficiles à réaliser.

Nous venons de voir tout d'abord que l'action des forces du grand dentelé était une *résultante horizontale.* Il s'ensuit que, même si le point fixe était à l'omoplate, celui-ci étant préalablement fixé, l'action élévatrice des côtes ne pourrait se produire.

Pour que cette action se manifeste, il faut que l'omoplate soit fixé *en haut et en arrière* par le rhomboïde et l'angulaire, de manière à donner aux faisceaux du muscle une direction plus oblique. Dans ce cas, la composante verticale peut agir dans une certaine mesure, et produire, sur une course peu étendue, le soulèvement des côtes.

Ces conditions ne peuvent être réalisées que difficilement et pendant une durée restreinte. C'est donc aux seuls grands efforts respiratoires et aux cas pathologiques, que doit être résumée l'action inspiratrice du grand dentelé.

Éclairés par la physiologie musculaire, les « mouvements concentriques » de la méthode suédoise perdent singulièrement de la valeur qu'on leur attribue, puisqu'ils ont pour but une action musculaire *exceptionnelle*, et qui, d'une manière normale, ne représente qu'une vue de l'esprit contraire à la vérité physiologique.

Par ailleurs, on pourrait rechercher si, en dehors des applications médicales, nécessitées par un état pathologique, il est si nécessaire de pratiquer des exercices respiratoires spécialisés, en plus des actions respiratoires que l'activité physiologique et l'exercice physique provoquent d'une manière normale.

La méthode suédoise réclame beaucoup d'oxygène pour les poumons; elle oublie un peu trop que cet oxygène n'a d'utilité réelle que s'il trouve des masses musculaires suffisamment développées

pour utiliser dans les combustions *qui ne se passent que dans les muscles*, cet oxygène *simplement fixé* pendant l'inspiration.

Si nous mettons en regard les bases de la méthode suédoise et de la méthode physiologique, nous obtenons le tableau suivant qui montre avec la clarté de l'évidence, les différences fondamentales qui séparent la méthode réellement scientifique de l'empirique méthode suédoise.

Méthode suédoise.	**Méthode physiologique.**
Travail musculaire de préférence *à vide* (Théorie trophique).	Travail musculaire dans les conditions de *pression osmotique croissante* (Théorie physique).
Travail musculaire *contre une résistance variable* pendant la durée du mouvement (loi de Schwann et loi du levier).	Travail musculaire *contre une résistance constante* pendant la durée du mouvement.
Et *constante ou indéterminée* dans la série des mouvements.	*Progressive* dans la série des mouvements, conformément à la formule : Force = Résistance = Surface de section.

Méthode suédoise.	**Méthode physiologique.**
Développement obtenu par la *fréquence* des mouvements.	Développement obtenu par la *qualité* des efforts.
Travail musculaire en *contraction dynamique*, *statique*, *frénatrice* indifféremment.	Travail musculaire en contraction *exclusivement dynamique.*
Mouvements exécutés lentement, aussi lentement que possible (Actions trophiques).	Mouvements exécutés avec une vitesse moyenne, de telle sorte que la contraction ne soit pas une contraction balistique, mais pour éviter une grande dépense énergétique inutile par le travail stérile de l'équilibration.
Mouvements exécutés avec une grande énergie (grande intensité de contraction).	Mouvements exécutés avec l'énergie strictement nécessaire à l'exécution du mouvement (pour ne pas faire de dépense énergétique sous forme de chaleur excretum).

Ce tableau montre que la méthode suédoise ne présente aucune base scientifique conforme aux lois de la physiologie normale et de la mécanique rationnelle.

C'est pourquoi cette méthode, qui n'est pas du tout satisfaisante dans ses résultats, qui est basée exclusivement sur des principes erronés, doit être rejetée et considérée, à tout prendre, parmi les *méthodes empiriques*, comme celle qui a causé les plus grandes déceptions, à cause de la confiance qu'on avait cru pouvoir lui accorder.

CHAPITRE IV

BASES PHYSIOLOGIQUES ET MÉCANIQUES DE LA GYMNASTIQUE SCIENTIFIQUE

GYMNASTIQUE DE DÉVELOPPEMENT ET GYMNASTIQUE D'APPLICATION

Après avoir montré l'erreur des lois physiologiques et mécaniques sur lesquelles s'appuie la méthode suédoise, et après avoir développé les lois du travail musculaire physiologique et les conditions normales du développement somatique, il nous reste à en déduire les applications à la gymnastique et d'indiquer les conditions fondamentales qu'elle doit remplir pour réaliser son but et mériter le titre *de gymnastique scientifique.*

La gymnastique se divise en deux parties :

Gymnastique de développement;
Gymnastique d'application.

Gymnastique de développement.

La gymnastique de développement comprend les exercices localisés qui ont pour but le développement systématique du corps, mais comme nous avons vu que les diverses parties du squelette étaient le siège d'un accroissement normal progressif dans ses dimensions évolutives spécifiques, sous l'excitation régulière du travail musculaire, il en résulte que la gymnastique du développement est avant tout une gymnastique *musculaire*, c'est-à-dire qui a pour but, par le travail systématique des muscles, leur développement. lequel entraîne, d'une manière nécessaire et automatique, le développement normal du squelette.

Nous avons vu également que le muscle pouvait être envisagé sous deux aspects qui ne sont que les degrés différents d'un même état : le stade

de *développement normal*, état définitif, et le *stade hypertrophique*, état temporaire; le premier devant être recherché comme un but, le développement normal du corps, le second comme un moyen, qui permet de réaliser au maximum la gymnastique d'*application* ou gymnastique d'*utilisation.*

Il est évident que la gymnastique de développement doit s'adapter aux étapes successives du développement somatique, mais il est important d'établir tout de suite que ce sont *les mêmes principes* qui servent de base à la gymnastique de développement, quelle que soit la période évolutive envisagée, et qu'il y a seulement une question de dosage du travail et de l'effort, basée sur des constantes que nous aurons à déterminer.

Dans la première enfance, la gymnastique doit être surtout d'activité générale et pour ainsi dire exclusivement *trophique.*

Elle aura pour but la régularité de la nutrition générale, par l'intermédiaire de la mise en jeu fréquente de tous les groupes musculaires et articulaires, et du perfectionnement des aptitudes

fonctionnelles de la respiration, mais ce perfectionnement respiratoire ne visera pas tant au développement thoracique ou musculaire, qu'à la fréquence d'activité des échanges. La gymnastique sera donc de préférence composée d'*exercices libres* au grand air.

Ce n'est, dans cette première période de la vie, que si le type squelettique est dévié, si la croissance est irrégulière (scoliose, lordose, cyphose, etc.), qu'il peut y avoir lieu d'instituer une *gymnastique corrective.* On rentre alors dans le cas particulier de la gymnastique médicale ou orthopédique, et nous n'avons pas à nous en occuper ici.

Mais, vers la puberté, le caractère de la croissance régulière, qui était particulièrement *osseuse*, se modifie et devient *musculaire.* C'est le moment utile pour faire intervenir la gymnastique de développement, qui sollicite, par le jeu méthodique des muscles, la continuation de la croissance régulière du squelette et le développement progressif des muscles eux-mêmes. Ce sera donc, selon les sujets, entre dix et treize ans que la gymnastique

de développement devra être commencée, pour être continuée jusqu'à la période évolutive terminale qui marque l'arrêt de la croissance.

Cette gymnastique de développement, qui ne tend qu'au développement naturel des muscles, pourra, selon les besoins, être poussée jusqu'au développement hypertrophique, si, au cours de l'évolution somatique, la nécessité de la gymnastique d'application s'impose, ou pour préparer le sujet à être en état, à la fin de son évolution, de s'adapter immédiatement à la gymnastique d'utilisation.

CONDITIONS DU TRAVAIL MUSCULAIRE DANS LA GYMNASTIQUE DE DÉVELOPPEMENT

Il faut considérer :

1° La nature des mouvements;
2° La fréquence des mouvements;
3° Le mode d'exécution des mouvements;
4° Le rythme des mouvements;

5° Le mode de contraction pendant les mouvements,

6° La dépense énergétique pendant les mouvements.

Nous allons examiner successivement ces divers facteurs.

1° *Nature des mouvements.* — Les mouvements méthodiques doivent être simples, c'est-à-dire qu'ils doivent se borner à faire fonctionner les articulations physiologiquement, et en leur faisant exécuter les mouvements auxquels elles sont destinées : flexion, extension, adduction, abduction, rotation, circumduction.

Ce sont donc les mouvements localisés des segments du corps qu'il faut faire exécuter, de telle manière qu'un seul muscle ou groupe de muscles soit en travail. Cette nécessité de *localiser* le travail s'impose, parce que le développement d'un muscle étant, comme nous l'avons démontré, proportionnel à la résistance qu'on lui donne à vaincre, il y a lieu de localiser l'effort musculaire dans un mouvement simple, de telle manière

que toute l'énergie disponible soit concentrée sur la contraction du muscle ou groupe de muscles en travail.

2º *Fréquence des mouvements.* — Ce mouvement simple sera répété un certain nombre de fois, parce que les échanges osmotiques dont un muscle est le siège, pendant la contraction, ne sont pas réalisés en une seule contraction, mais atteignent leur plus grande intensité après un certain nombre de contractions. Ce nombre varie naturellement selon le genre de mouvement exécuté et selon la quantité de travail physiologique, dans l'unité de temps, qu'il produit : les effets généraux de la fatigue prenant dans certains mouvements une grande importance qui rend impossible la répétition trop grande du mouvement. Mais même dans les mouvements où le travail est très localisé, et où les effets généraux sont minimes, il y a un nombre limite qu'il est inutile de dépasser.

A mesure que le développement musculaire se produira, étant donné que la *résistance ini-*

tiale sera le poids du membre, il y aura lieu d'augmenter progressivement la résistance à vaincre, et cette progression devra être d'autant plus rapide et d'autant plus forte que l'on recherchera le développement hypertrophique des muscles.

Mais même pour le développement normal, il y aura encore lieu d'utiliser, bien que dans une proportion plus faible, des Résistances Progressives, et il faudra toujours avoir en vue la formule fondamentale :

Force = Surface de section = Résistance.

3° *Mode d'exécution des mouvements.* — Les mouvements *simples* seront exécutés en série, de manière à faire travailler successivement toutes les régions du corps ou tout au moins les régions choisies, mais il sera inutile de créer, par l'association de ces mouvements simples, des *mouvements complexes.*

Ce genre de mouvements présente l'inconvénient de ne pas laisser aux échanges osmotiques le temps de se produire suffisamment. D'autre part, ces mouvements composés d'une manière

fantaisiste, sont une cause de travail cérébral de coordination inutile, et même de *surmenage* chez les sujets peu intelligents.

Les mouvements complexes appartiennent à la gymnastique d'application. Ils doivent réaliser un mouvement *utile*, adapté à un but, et tendre à créer des actes d'automatisme réflexe, en faisant de l'éducation motrice.

Nous avons vu que le muscle en contraction pouvait être comparé à un cordon de caoutchouc étiré qui tendrait à revenir à ses dimensions normales. Or, un muscle possède au moins deux insertions et, dans la contraction musculaire, le mouvement peut être réalisé, par rapport au corps, de telle sorte que la contraction s'effectue avec un point d'insertion fixe et un point d'insertion mobile, le point fixe pouvant être du côté du corps, ou du côté de la résistance à vaincre; enfin, la contraction peut encore s'effectuer avec les deux points d'insertion mobiles. C'est en général le premier mode qu'il faut utiliser, c'est-à-dire la contraction musculaire avec un point fixe et un point mobile.

Le point fixe peut être du côté périphérique, et

dans ce cas, c'est *le poids du corps* qui constitue la résistance. Cette résistance, qui est totale lorsque le muscle en contraction doit soulever le

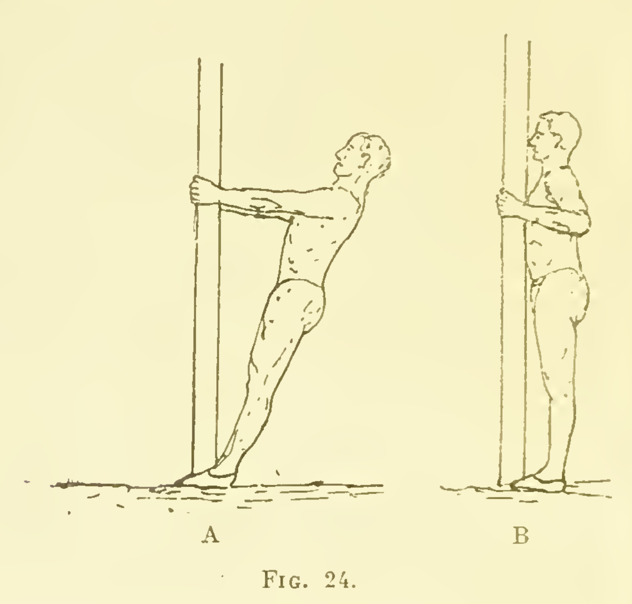


Fig. 24.

Flexion de l'avant-bras sur le bras.

A, position du départ. — B, position d'arrivée.
(Résistance faible.)

corps tout entier, peut être considérée comme « Résistance Progressive », en utilisant des attitudes d'appui à terre, convenablement choisies et graduées.

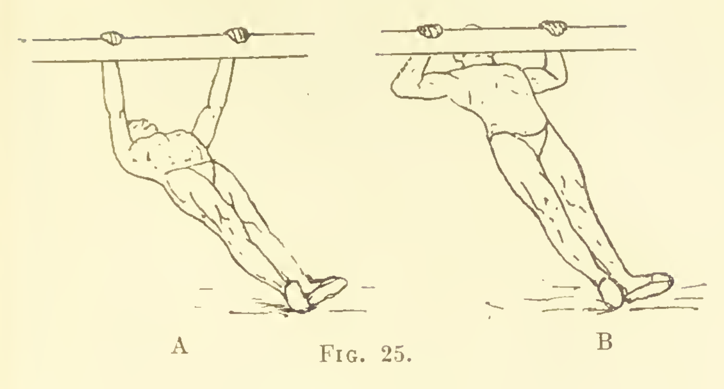


Fig. 25.

(Résistance moyenne.)

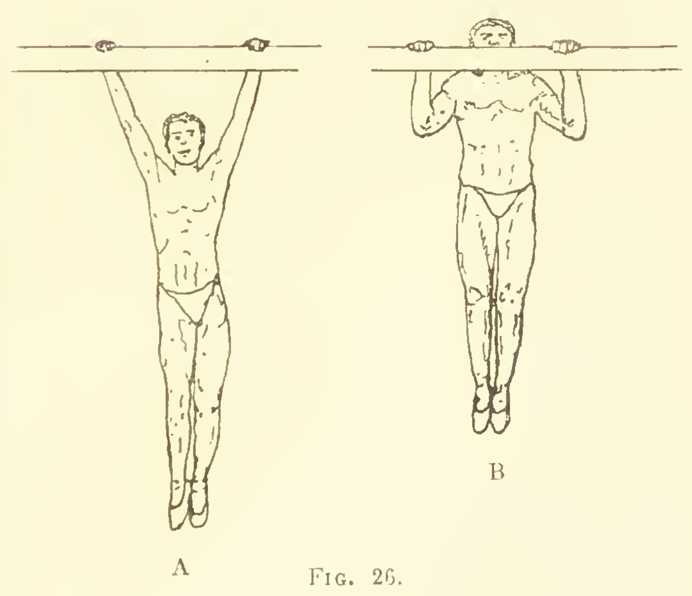


Fig. 26.

(Résistance forte.)

Si, par exemple, nous envisageons la flexion de l'avant-bras sur le bras, nous pourrons trouver toute la gamme des résistances jusqu'à la résis-

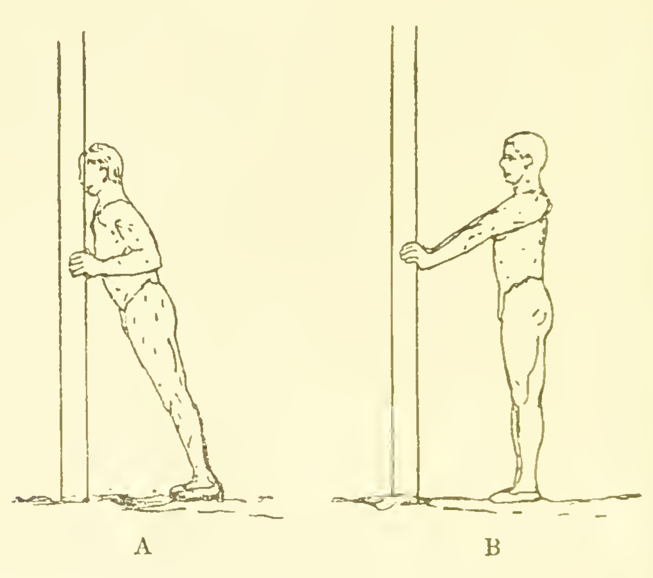


FIG. 27.

Extension de l'avant-bras sur le bras.

A, position du départ. — B, position d'arrivée. (Résistance faible.)

tance maxima, qui est le poids du corps, dans le travail gradué entre les trois attitudes fondamentales représentées par les figures 24, 25 et 26.

De même, si nous considérons l'extension de

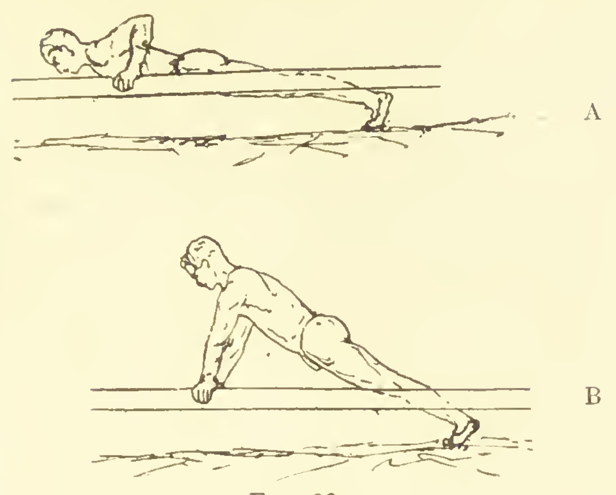


Fig. 28.
(Résistance moyenne.)

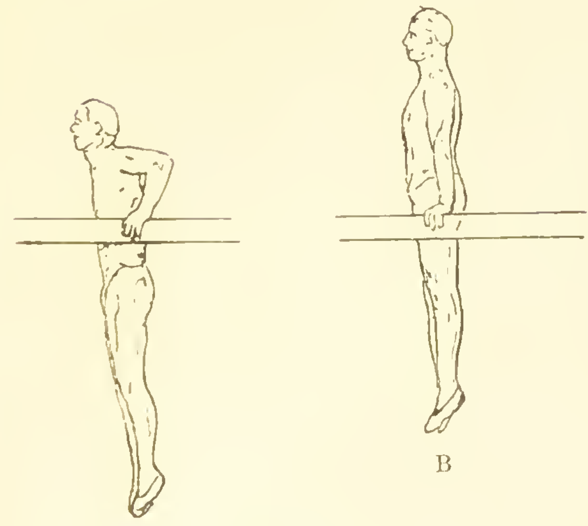


Fig. 29.
(Résistance forte.)

l'avant-bras sur le bras, nous pourrons trouver également toute la gamme des résistances, jusqu'au poids du corps comme résistance maxima, dans les positions comprises entre les trois attitudes fondamentales indiquées figures 27, 28 et 29.

Dans cet esprit, les attitudes nécessaires et suffisantes pour faire travailler tous les muscles du corps peuvent être combinées avec un matériel très réduit. C'est ainsi que tous les mouvements de flexion et d'extension peuvent se produire à l'aide d'une barre ou de deux barres parallèles *à écartement et à inclinaison variables.* Lorsque les mouvements doivent être localisés à un seul muscle, ou lorsqu'on veut utiliser le point fixe du côté du corps, on peut avec avantage se servir de résistances graduées telles que des haltères, ou mieux encore d'appareils à résistances graduées qui permettent de diviser et de localiser l'effort avec précision. Lorsque le point fixe est du côté périphérique, les agrès, comme les barres que nous venons d'indiquer, peuvent constituer d'excellents points d'appui pour utiliser la résis-

tance du poids du corps. Les anneaux, les barres parallèles, la barre fixe, etc., présentent aux yeux de ceux qui les utilisent des formes variées qui apportent à la gymnastique un élément de distraction et d'intérêt. Ils ne sont cependant que des points fixes, au moyen desquels on peut réaliser des mouvements très simples ou très complexes. Les mouvements simples constituant la base même de la gymnastique de développement, les mouvements compliqués, au contraire, dans la mesure individuelle, trouvent leur utilité dans la gymnastique d'application.

Point n'est besoin pour utiliser les agrès de se livrer à ces exercices acrobatiques, d une complexité bizarre autant qu'antiphysiologique, et remarquables par la durée de l'effort et les difficultés de technique que des sujets exceptionnels peuvent seuls exécuter; mais il suffit d'analyser les principaux mouvements classiques et de les exécuter par fragments : leur synthèse peut présenter son utilité en gymnastique d'application.

Analysons le rétablissement aux anneaux.

Il comporte trois temps fondamentaux :

1er temps : flexion de l'avant-bras sur le bras;

2e temps : élévation de l'épaule, rotation de l'épaule et du poignet;

3e temps : extension de l'avant-bras sur le bras.

Il y a donc successivement contraction :

1° Du biceps, coraco-brachial, long supinateur, grand pectoral;

2° Du grand pectoral, deltoïde, petit rond, grand rond, sus et sous-capsulaire;

3° Du triceps brachial.

Le premier et le troisième temps, qui sont fondamentaux, peuvent être réalisés isolément en prenant l'attitude de départ convenable; le deuxième temps, bien que comportant un certain « tour de main », peut être réalisé assez facilement avec un peu d'habitude.

Durant la flexion (1er temps), le moignon de l'épaule est porté en avant; pendant l'extension (3e temps) en arrière. Ces deux attitudes opposées

réalisent donc des effets antagonistes, et les fixateurs de l'omoplate se contractent dans des conditions éminemment correctives et esthétiques.

Dans la gymnastique aux agrès, lorsque le poids du corps est trop lourd comme résistance initiale, la résistance progressive peut être obtenue avec le concours d'un aide, qui soulage une partie du poids du corps, ou par la limitation du mouvement qui ne s'accomplit pas au début avec toute son amplitude. Il est donc possible dans ce mouvement de produire d'une manière efficace le travail isolé et progressif des fléchisseurs et des extenseurs de l'avant-bras sur le bras, des élévateurs et des rotateurs de l'épaule, ainsi que des fixateurs de l'omoplate. En temps utile, la combinaison de ces mouvements simples, analytiques, trouve une utilisation dans le mouvement de *se rétablir* qui fait partie de la gymnastique d'application.

Il n'est pas inutile également d'insister sur la part importante prise par le grand pectoral dans le premier et même le deuxième temps du mouvement; c'est en effet un élévateur du tho-

rax (quand le point fixe est à l'humérus), et par conséquent un élévateur du corps tout entier. Ce développement du grand pectoral, qui trouve une utilisation temporaire dans la gymnastique d'application, trouve encore une utilisation physiologique permanente au point de vue respiratoire, car lorsque le point fixe est à l'humérus et qu'il n'y a pas soulèvement du corps, il y a élévation simple du thorax; c'est-à-dire que le grand pectoral est en temps normal un *muscle inspirateur*, et qu'à ce seul titre son développement demande à être recherché.

4° *Rythme des mouvements.* — Les mouvements méthodiques localisés ne doivent pas être exécutés *trop lentement.*

Nous avons montré, en décomposant les éléments du travail musculaire, que la contraction du muscle (organe à la fois producteur d'énergie et de transmission) avait à produire non seulement le travail d'élévation ou *travail dynamique pur*, mais encore le *travail stérile de l'équilibration.* C'est pour éviter la dépense énergétique inutile,

qui correspond à ce travail stérile de l'équilibration, qu'il ne faut pas exécuter les mouvements sur un rythme trop lent, car « comme rendement le travail rapide est plus avantageux que le travail lent (1). »

Mais cependant, puisqu'il faut envisager le travail musculaire au point de vue du développement du muscle et non pas du rendement mécanique, le rythme des mouvements devra toujours rester dans les limites où les actions osmotiques se produisent d'une manière constante et progressive, c'est-à-dire que la vitesse de contraction ne devra pas être telle qu'elle rentre dans le cas de la *contraction balistique*, cas dans lequel le muscle, énergiquement contracté, cesse son action bien avant que le membre ait achevé son mouvement, qui se continue en vertu de la seule inertie des parties.

5° *Mode de contraction.* — En outre du travail stérile de l'équilibration, il faudra éviter égale-

(1) Chauveau, *Physiologie et travail des moteurs animés.*

ment, dans la gymnastique de développement, le travail *statique* et le travail *frénateur*, que nous avons démontré inutiles.

La suppression du travail statique s'obtient en n'insistant pas sur l'arrêt à la fin de la contrac-

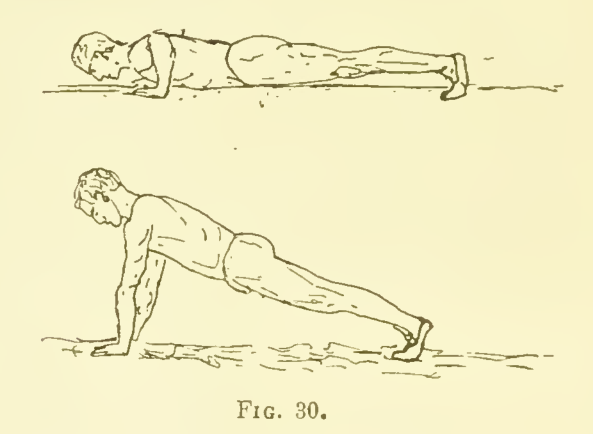


Fig. 30.

tion : arrêt qui correspond aux *attitudes actives* de la méthode suédoise.

La suppression du travail frénateur s'obtient en laissant le muscle contracté revenir à la position de départ le plus librement et le plus rapidement possible, en utilisant la pesanteur, car il faut considérer l'énergie utilisée pour retenir la résistance comme du travail inutile.

Dans les mouvements avec attitudes du corps comme résistance, il faudra éviter les attitudes qui demandent, pour obtenir la rigidité nécessaire, la *contraction statique* d'un grand nombre de muscles.

Si nous considérons l'attitude (fig. 30), nous voyons que, pour le *travail dynamique exclusif* du triceps brachial, l'exécutant est obligé de contracter statiquement les pectoraux, les muscles intercostaux et intervertébraux, les fessiers, les extenseurs de la cuisse et de la jambe.

C'est ainsi que beaucoup de mouvements, dans les traités de gymnastique, ne sont autre chose que des attitudes variées dans lesquelles le travail statique diffère, alors que le travail dynamique se trouve toujours au *même* groupe musculaire.

6° *Dépense énergétique des mouvements.* — Les mouvements méthodiques de la gymnastique de développement devront être exécutés avec l'*énergie strictement nécessaire* pour accomplir le travail demandé.

Nous avons déjà dit que la part de l'énergie

élastique créée par la contraction musculaire, qui n'est pas utilisée sous forme de travail mécanique, apparaît sous forme de chaleur. Or, le travail mécanique étant le seul facteur utile dans le développement musculaire, il est inutile de dépenser de l'énergie sous forme de chaleur.

C'est pourquoi, loin d'exécuter les contractions avec une grande énergie, il sera suffisant de contracter le muscle avec l'énergie strictement utile pour soulever la charge ou vaincre la résistance.

Ces diverses considérations sur le mode de contraction montrent notre tendance manifeste à *économiser la dépense énergétique.*

Il ne faut, en effet, utiliser pour la gymnastique de développement que le mode de contraction nécessaire pour développer le muscle, c'est-à-dire le *travail dynamique pur.*

Le travail musculaire correspond à une dépense énergétique fournie par les éléments du travail musculaire (glycogène) et par le système nerveux. Ces éléments énergétiques ne sont pas en quantité illimitée dans l'organisme, et comme ils sont les éléments de dépense énergétique du

travail normal quotidien, il ne faut pas que la gymnastique de développement utilise *sans compter* cette puissance énergétique nécessaire.

Il y aurait là, en outre de l'inutilité de ce surcroît de dépense pour le but recherché, une nécessité d'augmenter la valeur de la ration alimentaire et un déchet d'utilisation pour les autres actes de dépense énergétique.

Il est bon de remarquer aussi que les déchets du travail musculaire systématique sont de même nature que les effets du travail professionnel; que même la fatigue des centres nerveux et de la moelle produit des déchets de même nature que le travail musculaire, et que par suite il ne faut pas produire un surcroît de fatigue qui vienne *sans utilité* se surajouter à la fatigue normale.

La gymnastique devra donc être *économique*, et en faisant cela on ne fera qu'imiter la manière d'être générale du moteur humain. En effet, « dans les actes mécaniques généraux comme dans le mode d'intervention des muscles antagonistes, on reconnaît sûrement la préoccupation

inconsciente et constante de réduire au minimum la dépense totale d'énergie, et la réalisation volontaire des conditions mécaniques qui correspondent à cette dépense minima.

« Il semble, d'autre part, que la manière dont nous accomplissons certains actes mécaniques corresponde à la préoccupation de réduire dans la mesure du possible la consommation d'énergie physiologique propre au muscle.

« L'organisme apparaît ainsi comme apte à apprécier l'influence de deux ordres de conditions, les unes extérieures et de nature mécanique, les autres intérieures et de nature physiologique, et l'on peut mettre hors de doute, par l'analyse d'un certain nombre d'actes mécaniques, la réalisation volontaire des conditions qui correspondent à une dépense énergétique minima en rapport avec la nature et la forme du moteur que nous constituons (1). »

(1) Joteyko, *La Fonction musculaire.*

Gymnastique d'application.

La gymnastique d'application ou gymnastique d'utilisation est celle qui adapte à des exercices déterminés, et qui peuvent varier selon le but recherché, la puissance musculaire obtenue par la gymnastique de développement. Elle comprend par conséquent les exercices propres à démontrer par l'usage la valeur des résultats acquis par la gymnastique de développement et qui sont de nature à développer la hardiesse et la confiance. Elle doit, en outre, tendre par la réalisation et la répétition d'*actes complexes utilitaires*, à créer par l'éducation motrice, l'accoutumance et l'automatisme de ces actes.

La gymnastique d'application étant nécessairement très différente, selon le but recherché, il est impossible de la décrire en détail. Nous dirons dans le chapitre suivant en quoi consiste la gymnastique d'application qui concerne le rôle du soldat.

CHAPITRE V

GYMNASTIQUE D'APPLICATION DANS L'ARMÉE

« Faites-nous des hommes, nous en ferons des soldats », s'est écrié le général Chanzy au concours de gymnastique de Reims.

Il n'est pas possible de mieux condenser les idées que nous avons énoncées précédemment.

L'armée est avant tout une école d'utilisation, mais ne peut être une école de développement.

C'est au foyer et à l'école que le futur soldat doit progressivement acquérir sa valeur physique, et en arrivant à l'armée, il doit être prêt, par la gymnastique de développement faite pendant son évolution somatique, à utiliser immédiatement ses capacités physiques au maximum. L'armée

n'est donc pas à proprement parler le prolongement de l'école, elle en est l'utilisation, et la gymnastique de développement ne doit plus y être enseignée qu'à titre de moyen de *conservation* de la force maxima obtenue, c'est-à-dire de l'état hypertrophique des muscles. C'est en effet une nécessité pour le soldat, pendant toute sa période militaire, que de posséder cette propriété temporaire, l'état hypertrophique de ses muscles, c'est-à-dire l'état de *plus grande force;* et si en arrivant à l'armée le souci de la préparation militaire, que devrait avoir tout jeune Français, ne lui a pas déjà fait acquérir cet état de développement, le but immédiat à atteindre par la gymnastique de développement, c'est de lui faire atteindre ce degré.

En dehors de cette conception, il paraît puéril de parler de gymnastique de développement. La caserne n'a pas pour but de réparer les dégâts du foyer et de l'école, encore moins peut-elle avoir la prétention de réparer en quelques mois les erreurs physiques dues à une évolution organique qui a duré vingt ans. Le but à atteindre, c'est

d'obtenir le rendement maximum *actuel* des organismes, telle qu'elle les trouve, de manière à transformer le plus rapidement possible les recrues en soldats mobilisables.

Le soldat doit adapter ses capacités physiques au métier militaire et être préparé à l'avance, en *tant que force*, pour s'y accoutumer rapidement, en tant qu'*exécution effective*, à surmonter les obstacles et les difficultés de toutes natures, nécessitant force et hardiesse, qu'il trouvera en campagne. Il en découle qu'en réalité *toute la gymnastique sera une gymnastique d'application.* Elle aura l'avantage d'être intimement liée aux autres branches de l'instruction militaire : combat, tirs, travaux de campagne, service en campagne, etc.

Dans toutes ces circonstances, le soldat trouvera l'occasion de se servir de sa force musculaire, et il sera souvent dans l'obligation de grimper, de se rétablir, de sauter, etc..., tous actes qui comportent le *soulèvement complet* du poids du corps, soit avec les membres inférieurs, soit avec les membres supérieurs. Et encore ne faut-il

pas oublier que presque constamment le poids du corps chez le soldat se trouve augmenté de son chargement, soit environ 30 kilogrammes, remarque qui montre *à fortiori* l'évidente nécessité pour le soldat d'avoir les muscles des membres supérieurs, comme ceux des membres inférieurs, développés au maximum.

La partie systématique de la gymnastique d'application devra donc avoir pour but :

1° D'entretenir par des exercices, dans lesquels le poids du corps constitue la résistance, cet état hypertrophique des muscles;

2° D'accoutumer le soldat à exécuter des mouvements complexes, mais *présentant toujours un caractère utilitaire*, avec des difficultés croissantes.

Pour réaliser ces deux buts, les anciens agrès dont on a tant médit peuvent rendre des services que rien ne saurait remplacer. On a critiqué les agrès, notamment parce qu'ils peuvent comporter certaines acrobaties. Il est evident que l'excès peut en être un défaut, au même titre que la complexité sans but des mouvements, mais

quelques sujets pourront parfois être utilisés avec profit, et l'armée aura toujours besoin d'hommes exceptionnels, capables de rendre en certaines circonstances des services qui demandent une habileté et une puissance musculaire qui ne peuvent être l'apanage que de quelques-uns. En tout cas les agrès s'imposent, quel que soit leur genre, pour faire produire le travail musculaire systématique des membres supérieurs contre la résistance formée par le poids du corps, car tout soldat doit nécessairement être apte à soulager le poids de son corps augmenté de son chargement, à l'*aide des membres supérieurs exclusivement*. La *suspension à un point fixe*, tel que celui qui constitue l'agrès, est donc une *prise* nécessaire pour apprendre à exécuter les mouvements utilitaires et entretenir, en dehors du service en campagne, les capacités fonctionnelles du soldat.

La méthode suédoise, avec son nivellement, qui arrête toutes les initiatives et empêche les aptitudes individuelles de se développer, peut, à titre de mouvements doux et sous réserve des erreurs

physiologiques que nous avons discutées, être utilisée pour quelques malingres, mais elle ne vaut rien, ni moralement ni physiquement, pour le soldat.

En dehors de ces exercices systématiques aux agrès qui accoutument le soldat à exécuter les mêmes mouvements qu'il rencontrera contre des obstacles naturels (grimper, sauter, se rétablir), etc., la gymnastique sera avant tout professionnelle et par le fait sportive. Liée intimement aux autres branches de l'instruction militaire, elle fera appel à l'intelligence, à l'amour-propre de chacun; elle sera une école de courage, de force, d'adresse et de volonté; elle donnera à l'homme isolé la notion de ce qu'il vaut, de ce qu'il peut et de ce qu'il doit : elle fortifiera la cohésion du groupe.

L'énergie physique, étant acquise et entretenue par les exercices systématiques aux appareils, trouvera son utilisation, sous l'excitation de l'énergie morale, pendant la manœuvre. C'est là que le soldat apprendra à résister à la fatigue et à la soif sans se plaindre, à conserver son moral

intact malgré les épreuves, à se débrouiller en toutes circonstances, à marcher enfin en portant son sac.

Enfin, au point de vue guerrier, la puissance musculaire n'est pas constamment un facteur négligeable, et, bien que les conditions de la guerre moderne ne le permettent pas toujours, elle trouvera parfois utilement à s'exercer, et avec succès, dans le combat corps à corps.

CHAPITRE VI

RÈGLEMENTS SUR L'INSTRUCTION DE LA GYMNASTIQUE DANS L'ARMÉE
22 OCTOBRE 1902 — 21 JANVIER 1910

Le Règlement de 1902 a été élaboré pour remédier aux imperfections des méthodes d'instruction du Manuel du 1er février 1893, « méthodes déterminées empiriquement, alors que les données scientifiques indispensables pour raisonner les effets de la gymnastique pratiquée, n'étaient qu'imparfaitement connues ». C'est pourquoi, « tout en reconnaissant que, malgré ses imperfections, la gymnastique actuellement réglementaire avait rendu à l'armée de réels services, il parut nécessaire de la remplacer par une gym-

nastique plus appropriée au but de l'éducation physique du soldat et basée sur les lois du développement corporel de l'homme ».

Ces lois font l'objet de l'Annexe I au Règlement de 1902 .

« Notions succinctes de physiologie appliquée ». —Nous allons brièvement les examiner, et voir si elles sont conformes aux principes de physiologie que nous avons précédemment exposés.

La première impression qu'un lecteur désintéressé ressent à la lecture de cette annexe, c'est le caractère médical et orthopédique qu'elle manifeste.

A la place des jeunes hommes valides et pleins d'ardeur que le recrutement semble avoir dû sélectionner et réunir, il apparaît que le gymnaste-médecin doit trouver devant lui des sujets auxquels il devra procurer la santé, par une utilisation judicieuse des effets généraux de l'exercice en activant les grandes fonctions de l'organisme, regulariser la circulation dans les régions où elle est languissante, améliorer les fonctions de diges-

tion, sécrétion, excrétion, quand leur équilibre est rompu, redresser les déviations de la colonne vertébrale, fortifier les muscles de la paroi abdominale affaissée, etc.

Ne serait-ce pas plutôt la conséquence de cette morale qui ne tient plus compte que des malingres et qui, par un regain d'esprit évangélique a décrété intéressants les faibles de corps... La race, certes, pour si affaiblie qu'elle puisse être, compte heureusement assez de jeunes hommes vigoureux et bien portants pour que de telles préoccupations médico-gymnastiques ne soient inutiles. Que l'école et le foyer s'occupent des malingres, et tâchent, en les améliorant, de les rendre utilisables, mais alors même que les pesées et les mensurations accuseraient d'heureux résultats chez ces malingres incorporés à l'armée, il vaudra mieux, pour le pays et pour eux-mêmes, que ces futurs traînards des marches de concentration figurent dès le début et avec avantage dans la catégorie des services auxiliaires. La force de résistance, la vigueur physique et la santé ne s'acquièrent pas en quelques mois

par des exercices même suédois; ce sont des qualités naturelles qui se développent et s'entretiennent, pour le plus grand bien des qualités militaires, — et tous les hommes que les conseils de revision donnent à l'armée doivent être aptes à recevoir le plus rapidement possible, grâce à l'utilisation et à l'adaptation de qualités déjà acquises, une instruction active, professionnelle, à à la fois naturelle et guerrière.

Pour remplir la tâche qui lui incombera, dit le Règlement de 1902, « le soldat d'infanterie doit avant tout être bon marcheur, porter aisément son sac... Il s'ensuit que les exercices qui développent la capacité respiratoire, et ceux qui intéressent les muscles des jambes, du bassin et du thorax, doivent être considérés comme formant le fond même de la gymnastique militaire ».

Le soldat est, en effet, d'une manière normale, un marcheur et un porteur, bien que souvent en campagne, il ait occasion d'être un sauteur, un coureur, un grimpeur et d'avoir à utiliser tous les moyens capables d'assurer l'attaque ou la défense individuelle, mais les exercices préconisés qui

« développent la capacité respiratoire, ainsi que les muscles des jambes, du bassin et du thorax », préparent-ils le soldat à être meilleur marcheur et meilleur porteur?

La marche et le port du sac sont des *exercices de fond*, et quelle que puisse être la valeur des effets généraux des exercices gymnastiques préconisés, il est facile de voir l'énorme différence en kilogrammètres qui sépare la somme des exercices localisés, qui peuvent être exécutés pendant une séance normale de gymnastique méthodique, et le travail produit par une marche de 20 kilomètres.

Même à travail égal, il ne faut point admettre trop facilement l'équivalence des exercices. La pratique d'un exercice ne prépare pas nécessairement l'exécution d'un autre, parce que l'économie du travail musculaire (travail de fond) réside surtout dans l'aptitude progressive que crée la répétition de l'acte, qui engendre l'automatisme, et crée, par l'adaptation, le travail moins onéreux. En ce qui concerne la marche, la pratique des assouplissements des jambes, des sauts, des courses, n'a que peu d'influence sur

l'aptitude du corps et l'amélioration du rendement. C'est la répétition même de la marche, basée sur une progression méthodique, qui peut seule donner un résultat.

Il ne faut point d'ailleurs, en pareille matière, se laisser hypnotiser par le côté gymnastique de la question et méconnaître l'importance, bien autrement considérable, de l'hygiène. Au point de vue de la marche, c'est un fait bien connu des médecins militaires, ce n'est pas par les muscles des jambes, des cuisses ou de la masse sacro-lombaire que le soldat est en défaut. Après avoir été soumis à un certain entraînement préalable, l'homme a toujours la force de faire les marches normales ; s'il ne l'avait pas, il serait, non pas à développer, mais à réformer.

Si la marche devient forcée à cause de la durée ou de l'allure (fond ou vitesse), il est fréquent qu'un certain nombre d'hommes faiblissent, mais la cause en est très variable : insuffisance congénitale du cœur, du poumon, du système nerveux, de la ration alimentaire, etc. — Cet état de choses se produit malgré les exercices les plus

méthodiques pratiqués antérieurement, si on n'a pas le soin d'observer les règles hygiéniques concernant les marches, car, autant que l'entraînement, l'observation de ces règles a une influence énorme sur les résultats.

Si, au fond et à la vitesse, vient s'ajouter un nouveau facteur augmentant les difficultés, tel que la chaleur, le froid, la pluie — et dans les marches militaires l'existence de l'un ou l'autre de ces facteurs est presque le cas ordinaire, — l'observation des règles de l'hygiène est tellement importante que les accidents les plus graves éclatent presque inévitablement, si l'on s'en écarte un tant soit peu.

Quel que soit le caractère de la marche, si le temps est chaud, l'homme succombe facilement. Les médecins militaires savent que ce ne sont pas les muscles qui sont en défaut à ce moment, mais les poumons, le cœur, les centres nerveux.

Le remède n'est pas d'ordre gymnastique, et les mouvements de gymnastique respiratoire n'auraient que faire dans cet état de surmenage et d'intoxication aiguë.

La prophylaxie n'est pas davantage d'ordre gymnastique : elle réside dans l'observation des règles concernant la marche, et qui visent les vêtements des hommes, l'heure du départ, les pauses, les boissons, etc., règles depuis longtemps connues dans l'armée.

Tous les régiments de l'armée française peuvent faire 50 kilomètres sac au dos, quand la marche est exécutée conformément aux principes de l'hygiène. Sans sac, les alpins font 70 et 80 kilomètres en vingt-quatre heures.

Devant de tels résultats, on ne comprend pas bien l'utilité de quelques exercices des muscles des jambes et du bassin, et on ne voit pas non plus en quoi serait l'avantage de substituer l'étude et la pratique des formes systématiques du mouvement, à la marche normale, avec chargement, dans des conditions atmosphériques variables, et avec les diverses particularités inhérentes à la vie en campagne (heure de départ variable, alimentation et repos de la nuit variables), qui est la vraie marche militaire.

Voilà pour le marcheur, reste le porteur!

Le soldat est en effet un porteur, et le port du sac est une cause de fatigue que l'on doit s'efforcer d'amoindrir par un entraînement méthodique.

Ce ne sont certes pas les mouvements gymnastiques du tronc et des bras, renforcés par les mouvements respiratoires, qui prépareront le soldat au port du sac.

Le port du sac nécessite un équilibre spécial du tronc et la contraction de nombreux groupes musculaires qui tendent sans cesse à équilibrer le déplacement du centre de gravité. Ces contractions musculaires produisent nécessairement une action constrictive sur le thorax, tendant à s'opposer au recul des épaules, et à raccourcir les pectoraux, déjà obligés de se contracter pour résister à la pression des bretelles. Il en résulte un mode respiratoire différent du mode respiratoire normal chez un homme libre de toute surcharge. Les inspirations sont plus courtes comme amplitude et partant plus fréquentes, sans oublier que le jeu du diaphragme lui-même se trouve considérablement diminué par l'action du ceinturon et des cartouchières.

La véritable accoutumance du corps au port du sac, pour s'adapter à toutes ces exigences, réside dans la pratique même du port du sac. Le sac peut être assimilé à un appareil de gymnastique, c'est un opposant dont on augmente la force d'opposition en le chargeant progressivement.

En combinant le poids progressif et la durée du port, on arrive à réaliser le véritable entraînement du porteur. — Les deux qualités fondamentales du soldat, porteur et marcheur, ne se développent donc pas par une gymnastique de développement ou d'application, et c'est l'entrainement progressif et physiologique qui peut seul les développer comme il est nécessaire. Il parait donc certain que la gymnastique doit viser à la conservation et à l'acquisition de la force musculaire, et cela pour les autres qualités que le soldat doit posséder et qui lui permettront de sauter, grimper, se rétablir, de faire tous actes utiles à sa défense, et qui s'accomplissent en majeure partie à l'*aide des membres supérieurs*. Et nous arrivons ainsi à cette conclusion que la gymnastique dans l'armée. gymnastique exclusivement

d'*utilisation*, doit être avant tout une *gymnastique des membres supérieurs* et du tronc, destinée à donner et surtout à conserver au soldat la force musculaire la plus grande possible, c'est-à-dire gymnastique avec résistance de poids du corps. C'est là que les agrès, quels qu'ils soient et tels que nous les avons définis, c'est-à-dire représentant un point fixe, doivent être utilisés avec succès.

— Si maintenant nous voulons jeter un coup d'œil rapide sur les principes de physiologie qui sont la base du règlement de 1902, il nous sera facile de voir que cette physiologie, copiée sur la suédoise, n'a que peu de rapports avec les principes que nous avons exposés.

Le chapitre : *Du développement des muscles*, en est particulièrement intéressant.

On y lit que : *l'intensité de la contraction influe sur la grosseur de section du muscle*, et que les contractions *énergiques*, fréquemment répétées, paraissent être les meilleures au point de vue du développement du muscle ; — Que la durée de la contraction comprenant deux parties : le temps

utilisé par le déplacement du segment exercé et le temps d'arrêt consécutif au déplacement, il y a lieu de donner à ce temps d'arrêt une valeur au moins égale en durée au premier temps, et même de pousser cette durée jusqu'à deux, trois ou quatre fois, lorsqu'il y a lieu de maintenir dans tout son développement une *attitude active*, ces attitudes actives ayant une grande influence sur le développement du muscle ; — Que si le muscle se contracte souvent *sans produire de mouvement* (effort statique) *sa partie charnue augmente de section*, etc...

Nous n'insisterons pas sur ces quelques points et sur bien d'autres, car notre intention est simplement de signaler l'erreur de ces bases physiologiques, qui ne sont autres que les bases suédoises que nous avons discutées au chapitre III.

Il semble d'ailleurs que le règlement de 1902, malgré le grand progrès qu'il devait représenter, n'a pu donner les résultats qu'on en attendait, car un nouveau règlement du 21 janvier 1910 nous apprend « qu'il était peut-être trop touffu, trop compliqué », et qu'en effet « le petit nombre

d'instructeurs en possédant véritablement la technique n'a pas permis d'en retirer tous les avantages qu'on était en droit d'en attendre ».

C'est pourquoi un nouveau règlement, qui veut n'être qu'un simple précis, est venu abroger celui de 1902; mais, cette simplification dans l'exposé mise à part, il apparaît que le règlement de 1910 n'est pas un retour vers une doctrine plus conforme aux vraies lois mécaniques et physiologiques, mais au contraire constitue, par la permanence des théories antérieures, le choix des exercices, et la grande part qu'y occupe la gymnastique éducative, une accentuation vers le « Système Suédois ».

Au sujet de la doctrine proprement dite qui a inspiré le nouveau règlement, il est facile, en effet, de voir que c'est exactement la même que celle de 1902, qui « a posé les bases rationnelles de l'éducation physique », et que par suite les critiques que nous avons exposées plus haut concernent avec la même rigueur le règlement de 1910.

Aussi peut-on conclure par avance que le

règlement de 1910, pas plus que celui de 1902, ne donnera les résultats « qu'on est en droit d'en attendre », car il ne faut pas s'en prendre à l'insuffisance des instructeurs, lorsque la cause réside dans l'erreur de la doctrine et l'empirisme de la méthode.

CHAPITRE VII

CONCLUSION

1° La « Méthode Suédoise » est une méthode empirique, et même sous cette réserve expresse que le mouvement « empirique » peut malgré tout comporter certains bons résultats, l'insuffisance des procédés suédois n'en fait qu'une gymnastique empirique pour enfants et pour malades, mais cette méthode ne peut prétendre à avoir, même à titre empirique, la valeur d'une méthode éducative et encore moins militaire.

2° Le développement somatique doit être envisagé au point de vue du *développement de l'individu*, facteur de santé et de perfectionnement de la race, et au point de vue de l'*utilisation*

temporaire, qui correspond à la période militaire, facteur de force nationale.

Or, la période militaire n'étant qu'une étape d'utilisation qui correspond avec la période terminale du développement somatique, c'est pendant la période scolaire et post-scolaire que la gymnastique de développement doit être appliquée. Elle doit correspondre aux étapes évolutives de l'enfant et de l'adolescent.

3° Cette gymnastique de développement doit être basée sur les lois mécaniques et physiologiques précédemment exposées.

Elle peut être réalisée, pratiquement, par la *gymnastique sportive* ou jeux de plein air, et par la *gymnastique de résistance.* Celle-ci peut être constituée d'une manière scientifique et localisée, par la gymnastique méthodique, dite méthode des « Résistances progressives », ou, d'une manière moins localisée et naturelle, par la gymnastique aux agrès, analytique et synthétique.

Le résultat en sera le développement normal maximum de l'individu, par l'action réciproque des muscles sur le squelette et par la mise en

jeu systématique des grandes fonctions de l'organisme, et notamment la *respiration naturelle.*

Le bénéfice de ce développement physique intégral sera un résultat acquis et définitif, c'est-à-dire un état d'équilibre fonctionnel et de rendement physiologique futur individuel et social, qui pourra, selon les besoins, devenir un facteur d'utilisation spécialisée.

4° L'armée n'étant pas une école de développement, mais d'utilisation, le jeune soldat devra être développé à son arrivée au corps, et la gymnastique de développement ne servira que de gymnastique de perfectionnement ou d'entretien. C'est la gymnastique d'application qui fera le fond même de la gymnastique militaire.

Dans la gymnastique militaire, le but recherché sera l'état permanent du maximum de force et du maximum d'adresse, c'est-à-dire d'utilisation de la force musculaire, utilisation économique et strictement adaptée.

Cette utilisation trouvera à s'exercer à tout instant dans les actes mêmes de la vie militaire,

et au lieu de soldats escargots, rigidifiés par la suédoise, et sidérés par la recherche de l'ampliation thoracique, l'armée retrouvera des troupiers d'allure dégagée, qui lèveront la tête pour une autre raison que la contraction des muscles de la nuque.

C'est que, s'il est vrai que l'homme augmente son énergie morale en fonction de sa valeur physique, ce n'est certes pas parce qu'il aura acquis la conviction, même démontrée par le spiromètre, qu'il a temporairement modifié son rythme respiratoire, ou redressé ses courbures vertébrales et rentré le ventre, tel un lévrier, qu'il prendra confiance en lui.

Mais, lorsque par des épreuves athlétiques progressives, l'homme aura pris nettement conscience qu'il peut assurer sa sécurité et sa défense personnelle, en étant capable d'accomplir des actes de force et d'adresse, c'est-à-dire sauter un mur, un fossé, un obstacle quelconque, grimper, etc... faire en un mot tous efforts, même acrobatiques à l'occasion, qui lui donnent confiance en sa valeur physique, alors seulement son énergie

morale trouvera à s'exercer pleinement et il ne se souciera que fort peu, surtout devant l'ennemi, de ses qualités esthétiques et respiratoires perfectionnées.

Ainsi les qualités nationales que la méthode étrangère tend à étouffer se retrouveront chez les soldats, et par le contact incessant des deux facteurs en jeu, l'homme et la nature, celui-ci aux prises avec les difficultés continuelles de celle-là, l'homme verra ce qu'il peut, prendra confiance en sa valeur, le chef et le soldat d'une part, le pays de l'autre, y trouveront leur compte.



PRINCIPAUX TRAVAUX

DU Dr P. DE CHAMPTASSIN

Considérations sur l'entraînement athlétique. *Thèse inaugurale*, 1904.

Traitement des dystrophies musculaires et des dystrophies générales par les mouvements actifs. *Presse médicale*, 1905.

Traitement des atrophies consécutives aux épanchements articulaires (et en particulier à l'hydarthrose) par la méthode du travail musculaire avec progression des résistances. (En collaboration avec le Dr E. ROCHARD, chirurgien de l'hôpital Saint-Louis, secrétaire général de la Société de Chirurgie.) *Académie de Médecine*, 1906. (Rapport du Prof. Berger, 1907.)

Généralités sur le muscle dans ses divers états (atrophique, normal, hypertrophique). (En collaboration avec le Dr ROCHARD.) *Bulletin général de Thérapeutique*, 1906.

Des « Résistances progressives » dans le développement des muscles. *Bulletin général de Thérapeutique*, 1907.

Le traitement des atrophies musculaires par la méthode des « Résistances progressives » et l'électro-mécanothérapie. (En collaboration avec le Dr ROCHARD.) *Gazette des Hôpitaux*, 1907.

Poids lourds ou Poids légers? *Presse médicale*, 1907.

Traitement de l'hémarthrose du genou par la ponction, a mobilisation immédiate et la progression des résistances. (En collaboration avec le Dr Rochard.) *Société de Chirurgie*, 1907.

Les mouvements actifs avec « Résistances progressives ». *Gazette des Hôpitaux*, 1908.

Traitement des atrophies musculaires par la méthode des « Résistances progressives ». (En collaboration avec le Dr Rochard.) *Revue de Chirurgie*, 1909.

Mécanothérapie ou électrothérapie dans le traitement des atrophies musculaires périphériques. (En collaboration avec le Dr Rochard.) *Presse médicale*, 1909.

Traitement des hémarthroses du genou par la ponction et la mobilisation immédiate par la méthode des « Résistances progressives ». *Société de Médecine militaire française*, 1909.

Présentation d'un appareil de mécanothérapie. (En collaboration avec le Dr Rochard.) *Société de Chirurgie*, 1910.

L'hygiène en quatre leçons, par Lortat-Jacob et Lance. (Article *Gymnastique*.) Lavauzelle, éditeur, 1910.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE V

CHAPITRE VI

CHAPITRE VII



B — 7822. — Libr.-Impr. réunies, 7, rue Saint-Benoît, Paris,



